Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. Siegfried Weller

DIE INFIZIERTE TIBIASCHAFTPSEUDARTHROSE
– KLINISCHE STUDIE AN 208 FÄLLEN –

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Dieter Hieber
aus
Wäschenbeuren

1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523702_0079

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. Siegfried Weller

DIE INFIZIERTE TIBIASCHAFTPSEUDARTHROSE
– KLINISCHE STUDIE AN 208 FÄLLEN –

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Wolfgang Dieter Hieber
aus
Wäschenbeuren

1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan:	Professor Dr. H.-E. Hoffmeister
1. Berichterstatter:	Professor Dr. S. Weller
2. Berichterstatter:	Professor Dr. L. Koslowski

Fotodruck H. Resch · Georgstraße 50 · 7402 Kirchentellinsfurt

Meinen Eltern

Herrn Professor Dr. Weller danke ich sehr für die freundliche Überlassung des Themas.

Herrn Oberarzt Dr. Schmelzeisen danke ich herzlich für seine Unterstützung.

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	PROBLEMSTELLUNG	7
2.1.	Geschichtlicher Überblick	7
2.2.	Klinische Formen der Osteitis und ihre Pathophysiologie	8
2.3.	Infektpseudarthrose	12
2.3.1.	Konventionelle Behandlung	13
2.3.2.	Moderne Behandlung	14
2.4.	Osteosynthese	17
2.4.1.	Äußere Stabilisierung	18
2.4.2.	Kompressionsplatte	23
2.4.3.	Markraumnagelung	25
2.4.4.	Fibula pro Tibia	26
2.5.	Spül-Saug-Drainage	27
2.6.	Knochensanierung	35
2.6.1.	Ausräumung und Sequestrotomie	35
2.6.2.	Muldung	36
2.6.3.	Sanierung der Resthöhle	36
2.6.3.1.	Tamponade	37
2.6.3.2.	Muskelplastik	37
2.6.3.3.	Periostplastik	38
2.6.3.4.	Hautplastik	38
2.6.3.5.	Eigenblut-Antibiotika-Plombe	38
2.6.3.6.	Kollagen-Antibiotikum-Implantat	38
2.6.3.7.	Sandplastik	39
2.6.4.	Knochentransplantation	39
2.6.4.1.	Freies Knochentransplantat (heterolog, homolog, autolog)	40
2.6.4.2.	Gestieltes Knochentransplantat (Dekortikation)	43
2.7.	Weichteilsanierung	43
2.7.1.	Freie Hautplastik	44
2.7.2.	Gestielte Hautplastik	45
2.8.	Antibiotika	45

		Seite
3.	MATERIAL UND METHODE	47
3.1.	Geschlechts- und Altersverteilung	47
3.2.	Unfallzeitpunkt	49
3.3.	Vorschaden der verletzten Tibia	49
3.4.	Begleitverletzungen	49
3.5.	Bruchart und Seite	51
3.6.	Bruchform	51
3.7.	Lokalisation der Fraktur	52
3.8.	Beziehungen zwischen Bruchart, Bruchform und Lokalisation	54
3.9.	Vorbehandlung	58
3.10.	Primäre Versorgung	58
3.10.1.	Zeitpunkt	59
3.10.2.	Versorgungsosteosynthesen	61
3.10.2.1.	Erste Versorgungsosteosynthese	61
3.10.2.2.	Zweite und dritte Versorgungs-osteosynthese	62
3.10.3.	Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei der zweiten Versorgungsosteosynthese	63
3.10.4.	Stabilisierungen bei den Fällen einer dritten Versorgungsosteosynthese	64
3.10.5.	Weichteileingriffe	64
3.10.6.	Sonstige operative Maßnahmen	65
3.10.7.	Spezielle Untersuchungen an einer Klinik	66
	A) Liegezeiten der Metallimplantate	66
	B) Entfernung der Metallimplantate	67
3.10.8.	Infektionsursache geschlossener Frakturen	68
3.10.9.	Zeitraum: Unfalltag - Beginn der IP-Behandlung	68
3.11.	Infektpseudarthrosenbehandlung	70
3.11.1.	Operative Eingriffe und Maßnahmen (allgemein)	70
3.11.2.	Verlauf der IP-Behandlung	72
3.11.3.	IP-Behandlung ohne Stabilisierung	78
3.11.4.	Stabilisierungen	78

		Seite
3.11.5.	Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei mehrmaliger Stabilisierung	80
3.11.6.	Übersicht: Behandlungsmaßnahmen	81
3.11.7.	Stabilisierende Maßnahmen	82
	A) Fixateur externe	82
	B) Platte (AO)	85
	C) Marknagel	86
	D) Fibula pro Tibia	87
	E) Spananlagerung	87
	F) Schrauben	87
	G) Markdrahtung	87
	H) Cerclage	87
3.11.8.	Sonstige operative Maßnahmen	88
	A) Spongiosaplastik	88
	a) autolog	88
	b) homolog	89
	B) Sequestrotomie	89
	C) Spül-Saug-Drainage	90
	D) Knochenbohrung nach BECK	91
3.11.9.	Weichteileingriffe	92
3.11.10.	Spezielle Untersuchung an einer Klinik: Liegezeiten der Stabilisierungs-implantate	93
3.11.11.	Dauer der IP-Behandlung	93
4.	ERGEBNISSE	96
4.1.	Gangbild	96
4.2.	Fehlstellungen	96
4.3.	Röntgen- und Weichteilbefund	97
4.4.	Funktionelles Ergebnis	101
	A) Kniegelenk	101
	a) Strecken	101
	b) Beugen	102
	B) Oberes Sprunggelenk	102
	a) Heben	102
	b) Senken	103
	c) Spitzfüße	104
	C) Unteres Sprunggelenk und Zehen	105

		Seite
4.5.	Amputationen	106
4.6.	Apparatversorgung	107
4.7.	Arbeitsfähigkeit	107
4.8.	Minderung der Erwerbsfähigkeit	109
4.9.	Erfolglose Fälle und ihre Behandlung	111
	A) Primäre Versorgung	111
	B) IP-Behandlung	112
4.10.	Spezielle Untersuchung an einer Klinik: Wundabstriche	112
5.	DISKUSSION	115
6.	ZUSAMMENFASSUNG	129
7.	LITERATUR	130
	ANHANG Teil I: Fragebogen	
	Teil II: Abkürzungen	

1. EINLEITUNG

Das operative Angehen von Frakturen wurde im Verlauf dieses Jahrhunderts wegen des oft schlechten Behandlungsergebnisses lange Zeit beargwöhnt und abgelehnt. Bis zum Zweiten Weltkrieg dominierte die konservative Therapie, dann gingen die Meinungen auseinander. 1968 schrieb CHARNLEY[19]: "Die beste Prophylaxe gegen Wundinfektionen nach Osteosynthesen ist die konservative Behandlung der Frakturen".

Die Gründe, warum nach langem Klinikaufenthalt, strapazierter Geduld des Operateurs und beeinträchtigter Psyche des Patienten früher häufig die Amputation erfolgte, sind aus heutiger Sicht verständlich. Es fehlten für eine operative Behandlung die theoretischen Grundlagen. Bahnbrechend war 1937 KROMPECHER[53] mit dem Nachweis der kallusfreien Frakturheilung bei mechanischer Ruhigstellung. Die histologische Bestätigung dieser Heilung lieferten 1956 BAGBY und JANES[5] als Frakturheilung im Spalt bei nicht vollständig kontaktierenden aber stabil gegeneinander fixierten Frakturenden. Das direkte Durchwachsen der Osteone bei entsprechendem Kontakt und stabil fixierten Fragmenten als primäre Knochenbruchheilung wurde histologisch und röntgenologisch 1963 von SCHENK und WILLENEGGER[90] im Experiment bewiesen. PAUWELS[73] lenkte 1940 erstmals die Aufmerksamkeit auf biomechanische Aspekte der Frakturheilung. Die angewandten Osteosyntheseverfahren erfüllten nicht die Forderung nach Stabilität. Diese wurde erst mit der Druckosteosynthese von LANE und DANIS[22] [23] und der Marknagelung von KÜNTSCHER[54][55] erreicht.

Mit FLEMING[30] begann das Zeitalter der Antibiotika.
Die Spüldrainage, nach dem Ersten Weltkrieg fast in Vergessenheit geraten, erfuhr durch Beimischungen eine Aufwertung. Autologe Spongiosa setzte sich endgültig gegen andere Transplantationsformen durch.

Genaue Erkenntnisse auf diesen Gebieten bewirkten einen entscheidenden Wandel in der operativen Knochenbruchbehandlung. Auftretende Infekte und vor allem infizierte Pseud-

arthrosen wurden erst seit 1961 mit dem Fixateur externe erfolgreich behandelt.

In den vergangenen Jahren ist die absolute Zahl der Infekte nach Osteosynthesen gestiegen. Dazu trug sowohl die Zunahme des Straßenverkehrs und die damit einhergehende Steigerung der Zahl der offenen Frakturen mit schwerem Weichteiltrauma, als auch die häufiger durchgeführten operativen Versorgungen geschlossener Frakturen bei. Die Osteosynthese bot die Möglichkeit, anatomische Form und Funktionstüchtigkeit wiederherzustellen. Der Vorteil lag gegenüber dem konservativen Vorgehen in der exakten Reposition und einer stabilen Fixation bei Vermeidung von Muskelatrophien und sekundären Gelenkschädigungen.

Aus den genannten Gründen ist die absolute Zahl der ossären Infekte angestiegen, die relative Infektrate nach Osteosynthese geschlossener Frakturen und orthopädischen Eingriffen aber deutlich gesunken (BURRI[14], Tab. 1).

Tab. 1: Infektionsrate geschlossener Frakturen und orthopädischer Eingriffe

	%	Krankengut bzw. Osteosyntheseverfahren
WOLBERGS, 1965	4,2	Traumatologie
ZIMMERMANN, 1967	4,0	Marknagel
WILLENEGGER, 1967	0,54	Sprunggelenk
TSCHERNE, 1969	1,5	Traumatologie
REHM, 1970	6,6	Traumatologie
TITZE, 1970	5,8	Trochanterregion
MORITZ, 1970	5,3	Winkelnagel
ALLGÖWER, 1971	1,4	Tibiafraktur
PLAUE, 1971	2,5	Orthopädie
SCHMELZEISEN, 1971	1,8	Primäre Osteosynthesen und Osteotomien
VASEY, 1971	3,1	Orthopädie / Traumatologie
BURRI, 1972/73	0,18	Traumatologie

Bei TACHDJIAN[102], PLAUE[76] und VASEY[105] beträgt die Infektrate 4,7 %, 2,5 % bzw. 3,1 %. Diese Autoren gliedern den Infekt in eine leichte und schwere Form auf. Letztere ist seltener und wird mit 1,47 %, 0,9 % und 1,0 % angegeben. ALLGÖWER[2] und OLERUD[71] beziffern Anfang dieses Jahrzehntes die Infektionshäufigkeit für Eingriffe an der Tibia mit 1,4 % und 1,1 %. BURRI[14] fordert, daß die Rate an ossären Infekten im orthopädischen Krankengut höchstens 1 %, bei geschlossenen Frakturen weniger als 2 % ausmachen darf und gibt sie bei offenen Frakturen mit etwa 10 % an.
Bei diesem relativ hohen Wert ist zu bedenken, daß auch Fälle mit schwerem Trauma, bei denen man sich früher häufig zur Amputation entschloß, berücksichtigt sind.

Besonders die unsachgemäße und fehlerhaft durchgeführte Osteosynthese ist vom Infekt bedroht (BURRI[14], MITTELMEIER[67], PROBST[78], SCHAUWECKER[86], SCHMELZEISEN[96]). Nicht ausreichende Stabilität, zu starke Deperiostierung der Weichteile im Osteosynthesebereich und Weichteilschädigung sind in erster Linie zu nennen. Hinzu kommen intraoperative Lücken in der Asepsis. Auch thermische Schädigungen beim Bohren und Sägen können einen Infekt begünstigen. Selbst postoperativ ist durch unsachgemäße Behandlung (Verbandswechsel, brüske Mobilisierung, zu frühe Belastung) eine Infektion möglich.

VASEY[105] fand 1971 bei genauer Aufschlüsselung seines Krankengutes, daß die Infektionsrate mit dem Lebensalter steigt (Tab. 2). Sie liegt bei Patienten unterhalb des 60. Lebensjahres zwischen 1,9 und 3,5 %, bei älteren Patienten zwischen 3,9 und 8,1 %.

Noch 1960 hat der PUBLIC HEALTH LABORATORY SERVICE[80] entsprechende Vergleichszahlen für diese Altersgruppen mit 7 und 18 % vermerkt.

Tab. 2: Infekthäufigkeit und Lebensalter

Alter	VASEY (1971)	P.H.L.S. (1960)
	%	%
19	2,6	
20 - 29	1,9	
30 - 39	1,9	7
40 - 49	3,5	
50 - 59	2,1	
60 - 69	3,9	
70 - 79	6,9	
80 - 89	6,7	18
90	8,1	

Auch geschlossene Frakturen können mit erheblichen Weichteilschäden einhergehen. Diese übertreffen häufig das Ausmaß bei den offenen Frakturen 1. Grades.

Der Forderung, den "komplizierten Bruch" in einen offenen Bruch 1., 2. oder 3. Grades einzuteilen, wird oft nicht entsprochen.

Die Gradeinteilung der offenen Brüche wird nach dem Ausmaß der Weichteilbeeinträchtigung vorgenommen. Nach RITTMANN und MATTER[82)] beinhaltet der 1. Schweregrad die Durchspießung der Haut von innen nach außen, wobei es zu einer umschriebenen Hautverletzung im Bereich der sichtbaren Knochenspitze kommt. Der 2. Schweregrad führt, bedingt durch Gewalteinwirkung von außen, nicht nur zu einer Hautläsion, sondern auch zur Schädigung der darunter liegenden Muskeln. Meist besteht eine Mehrfragmentfraktur. Kommt zur Beeinträchtigung eines größeren Muskelareals noch die Schädigung von Nerven und Gefäßen hinzu und / oder liegt eine ausgedehnte Knochenzertrümmerung vor, so bezeichnet man dies als 3. Schweregrad.

Das Entstehen einer postoperativen Infektion ist von der Keimart, -zahl und -virulenz einerseits und der körpereigenen Abwehrlage des Patienten andererseits abhängig. Eine keimfreie Verletzungs- oder Operationswunde gibt es nicht (KNAPP[50], SCHMELZEISEN und WELLER[95]).

Die Kontamination der offenen Fraktur kann am Unfallort, auf dem Transport und nicht zuletzt in der Klinik (Spitalkeime) eintreten.

Schmerz, Wärme und Rötung als Zeichen der Entzündung sind Ausdruck des Abwehrgeschehens im Weichteilmantel, bedeuten aber nicht gleich eine Osteitis (SCHAUWECKER und WELLER[88]). Grundlage für die Heilung jeder Wunde, ob traumatisch oder operativ entstanden, bildet die "reparative Entzündung", eine physiologische Reaktion, die auch bei konservativer Behandlung nachzuweisen ist (Temperaturanstieg, erhöhter Leukozytenwert) (BURRI[14]).

Nach Osteosynthesen können Komplikationen auftreten, die sekundär Wegbereiter eines Infektes sind (Hämatom, Serom, Hautnekrose).

Die Infektmanifestation zeigt sich Stunden oder wenige Tage postoperativ (Frühinfektion), nach Tagen oder Wochen (verzögerte Manifestation) oder erst nach Monaten oder Jahren (Spätinfekt) (BURRI[14]). Die abakterielle Osteitis durch Metallose kann klinisch und röntgenologisch vom bakteriellen Spätinfekt kaum abgegrenzt werden (CONTZEN[21]).

Von einem Infekt sind besonders Skeletabschnitte mit geringer Weichteildeckung, wie die mediale Tibiafläche, Tibiakopf, Ellenbogenbereich und Clavicula, bedroht. Die kleinste Nekrose bewirkt hier einen engen Kontakt von Knochen und Keimen.
Die Tibia ist wegen ihrer hohen Frakturrate und der ungünstigen Weichteilverhältnisse am häufigsten von einer Infektion betroffen (HILDEBRANDT und ARNHOLD[36]).

Bislang wurden Serien von infizierten Tibiaschaft-pseudarthrosen nur in geringer Fallzahl mitgeteilt: BEDACHT (12), MÜLLER und BOITZY (39), CECH (41), WEBER (42), FENGLER (47).

In dieser Arbeit, einer Sammeldokumentation der Deutschen Sektion der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, sind es 208 Fälle. Es beteiligten sich 6 Kliniken:

1. Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universität Heidelberg
2. Zentrum für Chirurgie am Klinikum der Justus Liebig-Universität Gießen
3. Departement für Chirurgie der Universität Ulm/Donau
4. Chirurgische Universitätsklinik Homburg/Saar
5. Berufsgenossenschaftliche Krankenanstalten "Bergmannsheil" Bochum
6. Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Tübingen

(Die Reihenfolge entspricht derjenigen in Tab. 5 auf Seite 47).

2. PROBLEMSTELLUNG

2.1. Geschichtlicher Überblick

Die posttraumatische Osteitis scheint so alt wie die Menschheit selbst zu sein. Krankhafte Veränderungen am 500 000 Jahre alten Femur des Java-Menschen (Pithecanthropus erectus), 1891 vom Holländer DUBOIS auf Java entdeckt, können als Folgezustand einer Fraktur, möglicherweise durch eine Osteitis kompliziert, gedeutet werden. Funde des Neandertaler der letzten Eiszeit zeigen sichere Zeichen einer abgelaufenen Knochenentzündung. Im Papyrus SMITH (5000 - 3000 v.Chr.) sind Karies, offene Frakturen und Knocheneiterung aufgezeichnet. Die Alten Ägypter schienten die langen Röhrenknochen mit Rindenstücken und Leinenbinden und legten in Pflanzenextrakten getränkte Umschläge an. Die Hindus (1500 - 800 v.Chr.) verwendeten angepaßte Holzspäne und brachten sie in den Knochen ein. Dieselbe Methode führten die Mayas in den ersten Jahrhunderten vor Christus durch. Die Chinesen entzündeten auf dem infizierten Bezirk kleine Holzstückchen und hofften, daß dadurch eine Gegenreaktion eintrete. HIPPOKRATES (3. - 2. Jahrhundert v.Chr.) erkannte die Bedeutung von "Ruhe und Immobilisation" der betroffenen Extremität. Er wandte sich gegen die instrumentelle Beseitigung von Sequestern u.ä. und forderte die Selbstabstoßung. Der Römer CELSUS (1.Jahrhundert n.Chr.) empfahl Resektion bis zum gesunden Knochen, das Abschaben und Aufdrücken eines Glüheisens (analog dem Ausglühen des "Zahnwurmes"). Jahrhunderte hindurch wurden keine weiteren Fortschritte gemacht, im Gegenteil, man vergaß das meiste aus dem Altertum überlieferte Wissen. 1266 widersprach THEODERICH GALENs Lehre vom "pus laudabile" und trat für die trockene Wundbehandlung ein. Zur lokalen Applikation verwandte er Weinumschläge, zur allgemeinen Stimulation alkoholische Getränke. HENRI DE MONDEVILLE (1260 - 1320) spülte

eitrige Wunden mit gekochtem oder frischem Quellwasser. Hier liegt der eigentliche Ursprung des Spülprinzips. PARACELSUS (1493 - 1541) forderte die strenge Reinhaltung der Wunden. PARÉ (1510 - 1590) sprach sich gegen allzu langes Vorgehen mit Salben und Verbänden aus, statt dessen müßten chirurgische Maßnahmen getroffen werden. Der Ulmer SCULTETUS faßte im 1655 erschienenen "Armentarium Chirurgicum" zusammen: großzügige Herderöffnung, Anbohren des Markraumes oder Exstirpation des befallenen Knochens, Verband, Ruhigstellung und Hochlagerung. HUNTER (1728 - 1793) schrieb das erste klare Konzept von der Entstehung eines Sequesters. LORD LISTER (1827 - 1912) machte erstmals Mikroorganismen für die Wundinfektionen verantwortlich und wandte daher lokal karboldurchtränkte Verbände an. LEXER beschrieb 1894 die Pathogenität der Mikroorganismen und wies auf den Zusammenhang mit der akuten Osteitis hin. All das konnte jedoch nicht verhindern, daß im Mittelalter bis hin zur Neuzeit die Amputation das geläufige Verfahren bei schweren und infizierten Knochenverletzungen darstellte (aus BURRI[14] und POPKIROV[77]).

2.2. Klinische Formen der Osteitis und ihre Pathophysiologie

Grundsätzlich trennt man bei der Osteitis die endogene Form hämatogener Genese von der exogenen Form traumatischer Genese (BEDACHT[10], MITTELMEIER[67], SCHELLNACK und KNOPF[89]).

Bei der endogenen Osteitis wird wie bei der exogenen Osteitis ein akutes und ein chronisches Stadium unterschieden. Die akute hämatogene Osteitis ist eine allgemeine, bakterielle Infektionskrankheit. Keime siedeln sich von einem Streuherd über die Blutbahn im Knochen an (Organmanifestation mit Hyperämie und Zellreichtum). Vor-

wiegend wird das (wachsende) Skelet des Kindes und des Jugendlichen betroffen. Das Krankheitsbild beschrieb erstmals CHASSAIGNAC im Jahre 1854, LÜCKE erkannte es als infektiöses Leiden (BEDACHT[10], BURRI[14]).

MITTELMEIER[67] verzeichnete in seinem Krankengut der letzten zehn Jahre etwa 1/5 hämatogene und 4/5 posttraumatische Osteomyelitiden.

Die Gründe für den deutlichen Anstieg der exogenen Infektionen gegenüber den endogenen sind bereits angeführt. BURRI[14] u.a. sehen in der posttraumatischen Osteitis eine primäre Lokalaffektion, die allgemeine Krankheitszeichen zwar aufweisen kann, aber nicht unbedingt muß. Das klinische, morphologische und radiologische Bild der exogenen Knocheninfektion, ausgelöst durch eine von außen einsetzende Keimbesiedlung, wird vom Infektionsmodus und nicht von der Keimart bestimmt. Jeder Erregerstamm kann jede Form hervorrufen und ist sogar bis zu einem gewissen Grad durch physikalisch-chemische Noxen zu ersetzen (PLAUE[74]).

Die posttraumatische Osteitis tritt auch ohne knöcherne Verletzung auf. Einfache Wunden, Hämatome und Nekrosen der Haut- und Weichteile, zusammen allgemein günstige Nährböden für Bakterien, ermöglichen den Infekt, der sekundär auf den Knochen übergreift.

Ist eine Fraktur vorausgegangen, bedeutet das eine Beeinträchtigung der Durchblutung und damit die Infektförderung.

Bei Granatsplitter- oder Schußverletzungen werden Erreger und Fremdkörper direkt in den Knochen katapultiert (BURRI[14]). Nach offenen Frakturen folgt die Infektion dem durch die Verletzung vorgegebenen Weg (PLAUE[76]). Die Keime besiedeln Hämatom, Nekrosen, avitale Knochenfragmente, verletztes Periost, Kortikalis und schließlich den Markraum. Auch kleinste Durchspießungswunden

lassen Bakterien direkt in die Markhöhle vordringen.

Bei der konservativen Behandlung offener Frakturen muß die Instabilität im Bruchbereich als weiterer nagativer Faktor angesehen werden.

Eine akute posttraumatische Osteitis tritt ebenfalls nach Osteosynthese offener und geschlossener Frakturen auf. Symptome sind örtliche Entzündungszeichen, Fieber und Leukozytenanstieg. Hat der Eiter keine Abflußmöglichkeit, schädigt der steigende Druck weiteres Gewebe. Angrenzende knöcherne Strukturen werden infiziert, vitaler Knochen nekrotisiert und es entstehen neue Sequester. Veränderungen des pH-Wertes fördern den Gewebszerfall.

Allgemein ist der Verlauf und die Ausdehnung der Osteitis neben der Keimzahl, -art und -virulenz und der Widerstandsfähigkeit des Patienten, einerseits von der Schwere des Haut-, Weichteil- und Knochentraumas und andererseits von der ossären Durchblutung abhängig.

Gelingt es mit allgemeinen und lokalen Maßnahmen nicht, den Knocheninfekt innerhalb von Wochen zum Abklingen zu bringen, liegt eine chronische posttraumatische Osteitis vor. Die Entzündungszeichen treten in den Hintergrund. Fistelung, Eiterung und Sequestrierung beherrschen das Krankheitsbild. Flackert das Infektgeschehen nach längerer Zeit wieder auf, erfährt die chronische Osteitis einen akuten Schub (BURRI[14]) (Abb. 1).

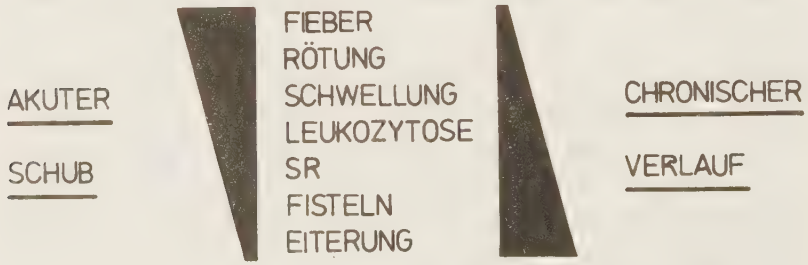
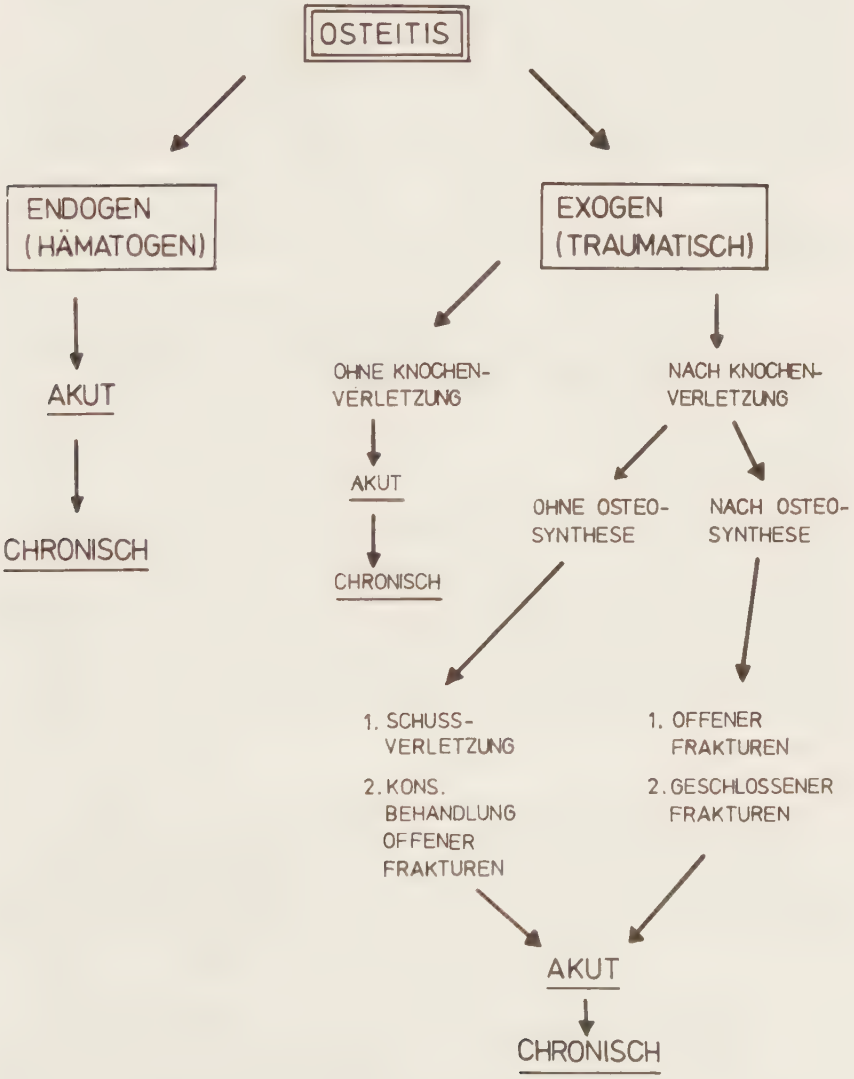


Abb. 1: Chronische Osteitis und akuter Schub

BEDACHT[10] gibt die Rate des Überganges vom akuten in das chronische Stadium mit etwa 30 % und POPKIROV[77] mit 25 - 40 % an.



Tab. 3: Klinische Formen der Osteitis

2.3. Infektpseudarthrose

Eine offene Fraktur ist stets von einer verzögerten Heilung (delayed union) begleitet. Hält diese über einen längeren Zeitraum an und tritt die knöcherne Verfestigung nicht ein, spricht man von einer Pseudarthrose (non-union). Eine akut infizierte Fraktur zeigt ebenfalls eine Heilungsverzögerung. Es entsteht bei ausbleibender Konsolidierung die Infektpseudarthrose. Sie ist eine relativ seltene, aber schwerwiegende Komplikation für Patient und Arzt. WEBER[108] spricht vom "Schreckgespenst der Frakturbehandlung".

Die Infektpseudarthrose entsteht durch Besiedlung des Knochens mit Erregern nach offenen Brüchen, Osteosynthesen geschlossener Frakturen, Osteotomien und Arthrodesen.

Eine Fraktur heilt bei einem Infekt nicht aus und umgekehrt (WEBER[108]).

Instabilität und Entzündung wirken wechselseitig aufeinander ein. Das Ergebnis ist eine schlecht ernährte, verhärtete und eitrig-infizierte Gewebsmasse im Bereich der Fragmentenden (GÖPFERT[31], KLEMM[46]). Knochenbezirke, die von der Durchblutung ganz oder teilweise abgeschnitten sind, und darüberliegende derbe Weichteilnarben unterhalten die Infektion.

Persistierende Keimbesiedlung führt zu rezidivierenden Weichteilabszessen oder Fisteleiterungen. Verselbständigung der Infektion, Lokalisierung des Entzündungsprozesses auf den Frakturbereich, Selbstunterhaltung und mehr oder weniger große Abstände der Bruchenden kennzeichnen die Infektpseudarthrose (IMMENKAMP[40]).

WELLER[109] bezeichnet eine verzögerte Knochenbruchheilung als Infektpseudarthrose, wenn die infizierte Fraktur nicht innerhalb von 5 Monaten zur Konsolidierung gelangt.

Um eine Heilung zu erzielen, muß der Circulus vitiosus "Pseudarthrose - Instabilität - Infektion - Nekrose - Pseudarthrose" unterbrochen werden.

2.3.1. Konventionelle Behandlung

Bei der Konventionellen Behandlung stand die Bekämpfung des Infektes an erster Stelle. Nach Abklingen der entzündlichen Prozesse wurde dann wie im Falle einer aseptischen Pseudarthrose verfahren.

Konventionelles Schema:

Infizierte Pseudarthrose → Heilung des Infektes → Heilung der Pseudarthrose

In den Vordergrund der Therapie rückten Sequesterentfernung, Antibiotikagaben, äußere Ruhigstellung (Gips, Extension), Fistelsanierung und Weichteildeckung. Man wartete die Infektheilung ab und begann frühestens 6 bis 12 Monate nach Verschwinden der Fistel mit Maßnahmen zur Wiederherstellung der Knochenkontinuität (WEBER und CECH[108]). Keinesfalls durfte im Entzündungsgebiet operativ eingegriffen werden, da ein Fortschreiten der Infektion befürchtet wurde (BÖHLER[13]).

Bei den hypertrophen (hyperämischen, hypervaskulären) Pseudarthrosen kamen als Operationsverfahren besonders die BECK'sche Bohrung[8], die Aufsplitterung nach KIRSCHNER, die Aufsägung nach BRANDES und die Resektion der Fragmentenden nach WHITE zur Anwendung.

Atrophe (anämische, avasculäre) Pseudarthrosen wurden mit einer Knochenspantransplantation behandelt (WEBER und CECH[108]). Jahrelange Krankheitsverläufe, durch Immobilisation versteifte oder nur noch geringgradig gebrauchsfähige

Nachbargelenke und dystrophe Knochen- und Weichteilstörungen, bei möglicherweise geheilter Infektion, oft aber weiterbestehender Pseudarthrose, stellten in der Regel das Resultat konventioneller Behandlung dar. Die erheblich geschädigte Extremität war häufig nur mit einem orthopädischen Apparat einsatzfähig, wenn sie nicht doch amputiert werden mußte.

2.3.2. Moderne Behandlung

Die moderne Behandlung versucht, folgende Teilprobleme zu lösen:

1. Wiederherstellung der Knochenkontinuität
2. Normale Beanspruchbarkeit des Knochens
3. Infektausheilung
4. Wiederherstellung der Gelenk-Muskel-Funktion
5. Gute Weichteilbedeckung
6. Vertretbarer Behandlungszeitraum

Sie kehrt das konventionelle Verfahren gleichsam um, indem zuerst die Pseudarthrose ausgeheilt und dann der Restinfekt saniert wird (WEBER und CECH[108]).

Modernes Schema:

Infizierte Pseudarthrose → Heilung der Pseudarthrose → Heilung des Restinfektes

Operative Eingriffe während der akuten Entzündungsphase sind kontraindiziert, da in dem infizierten Milieu mit saurem pH-Wert ein Kristallsalzeinbau nicht oder nur schlecht erfolgt und Spongiosa häufig zugrunde geht oder abgestoßen wird. Daher muß der manifeste Infekt möglichst schnell zum Abklingen gebracht und in ein blandes Stadium

übergeführt werden. Man erreicht dies durch Hochlagerung der Extremität und kurzfristige Ruhigstellung (SCHMELZEISEN und WELLER[94]).

Die Wiederherstellung der Knochenkontinuität hat unbedingten Vorrang. Im Mittelpunkt der Therapie steht die Stabilisierung durch Osteosynthese, um Ruhe im Frakturbereich zu schaffen. Sequestrotomie, autologe Spongiosaplastik, Muldung, Spülsaugdrainage und Antibiotikagaben kommen ergänzend zur Anwendung (Abb. 2). Verfestigt sich die Pseudarthrose, kann sie funktionell nachbehandelt werden. Man nimmt einen Restinfekt und Restsequester mit Fistel in Kauf. Ihre Sanierung und die eventuelle Korrektur schlechter Haut-und Weichteilverhältnisse bilden den letzten Behandlungsschritt (SCHMELZEISEN[92], WEBER und CECH[108]).

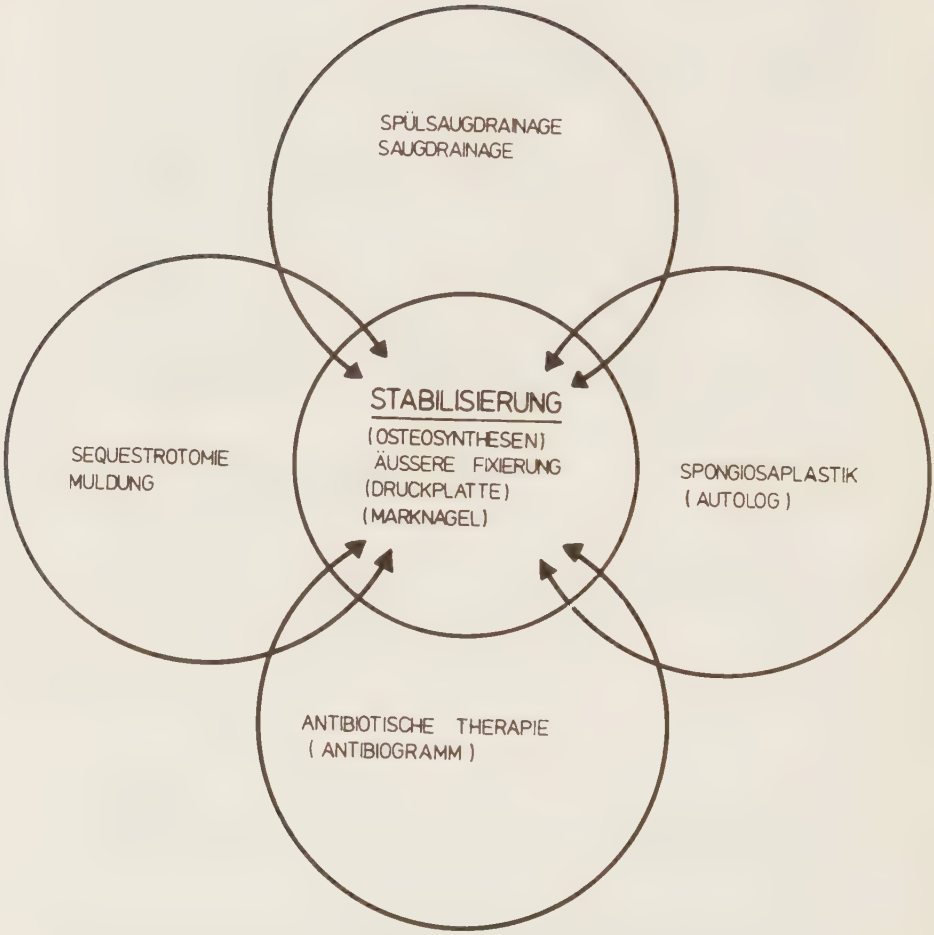


Abb. 2: Therapieschema bei infizierten Pseudarthrosen

2.4. Osteosynthese

Die moderne Behandlung sieht in der stabilen Osteosynthese das Mittel der Wahl, um Infektpseudarthrosen auszuheilen. Nicht ausreichend stabilisierende Verfahren (Schrauben, Cerclage, Markraumdrahtung u.ä.) sind deutlich in den Hintergrund getreten.

An stabilen Osteosynthesen kommen heute zur Anwendung:

1. Äußere Fixation
2. Kompressionsplatte
3. Markraumnagelung
4. Fibula pro Tibia

Die Wahl des Verfahrens muß unter Berücksichtigung des betroffenen Knochenabschnittes erfolgen. Weiterhin ist die Art der Pseudarthrose (atrophisch, hypertrophisch), die Distanz zum benachbarten Gelenk, der Verlauf des Frakturspaltes, der Infektionsstatus und eine etwaige Fehlstellungskorrektur von Bedeutung (ANSORG u.Mitarb.[3], WEBER und CECH[108]).

PROBST[78] fordert von der stabilen Osteosynthese, selbsttragende Einheit, mechanisch belastbar und auch kurz überlastbar zu sein.

Metallimplantate dürfen unter keinen Umständen entfernt werden, solange sie noch stabilisieren. In der Annahme, daß das Metall selbst die Eiterung unterhalte, beging man früher häufig diesen Fehler. Nur bei Instabilität und Lockerung ist eine Entfernung notwendig, denn mechanische Unruhe läßt den Infekt wieder aufflammen (BURRI[14], SCHMELZEISEN und WELLER[94]).

Das Prinzip der Druckosteosynthese geht auf KROMPECHER und PAUWELS zurück. Sie bewiesen, daß Knochenfragmente unter Druck konsolidieren und es sich bei den am Fragment-

ende vorhandenem Gewebe nicht um wertloses Material handelt.

Eine Druckosteosynthese läßt sich mit verschiedenen Verfahren erzielen:

1. Kompressionsplatte
2. Zugschrauben
3. Zuggurtung
4. Kompressionsnagel (KÄSMANN)
5. Äußere Druckosteosynthese

Einige der Methoden sind heute nur noch von geschichtlichem Interesse (SKIBBE und ECKE[95]).

2.4.1. Äußere Stabilisierung

Als MALGAIGNE[61] im Jahre 1853 eine Patellafraktur mit einer Hakenklammer versorgte, begann die Geschichte der äußeren Stabilisierung. CODIVILLA[20] (1904) und LAMBOTTE[57] (1908) verwendeten einen Rahmenfixateur, der die Elemente des heute gebräuchlichen äußeren Befestigungsmaterials schon aufwies. LAMBOTTE brachte von einer Seite her Schrauben in die Fragmente ein und verband die percutan herausstehenden Schraubenenden mit Metallplatten (WEBER und CECH[108]). STADER[100] experimentierte 1939 mit dem "Stader Reduction and Fixation Splint". 1940 bohrte BEST je einen KIRSCHNER-Draht durch das proximale und distale Fragment und spannte die Drähte in einen Extensionsbügel. Mit einer medialen und lateralen Stellschraube näherte er die Drähte einander und erreichte so interfragmentäre Kompression (SKIBBE und ECKE[95]). WESTHUES[110] faßte 1944 die Knochenfragmente mit Spezialzangen, preßte sie aufeinander und hielt den erzeugten Druck durch Eingipsen der Extremität und der Zangengriffe in den Gipsverband aufrecht. CHARNLEY[18] führte 1951 bei Kompressionsarthrodesen zwei STEINMANN-Nägel durch die Frakturbzw. Osteotomieteile und verband sie mit Schraubzwingen. GREIFENSTEINER[32] wendete 1953 das BEST'sche Verfahren wieder an, vornehmlich bei Arthrodesen und Pseudarthrosen.

MÜLLER benützte ab 1958 CHARNLEY's Instrumentarium und entwickelte den Fixateur externe - AO, einen Rahmenfixateur mit oder ohne Druckerzeugung (Abb. 3). Er bestand aus STEINMANN-Nägeln und außenliegenden Spannschrauben (MÜLLER u.Mitarb.[65], WEBER und CECH[108]).

J. und R. JUDET[42] erreichten die Kompression der Fragmente, indem sie einseitig Schrauben anbrachten, diese schienten und miteinander durch Gummizüge verbanden: Prinzip des Klammerfixateurs (WEBER und CECH[108]).

1972 stellte WAGNER[106] seinen Apparat vor, ein Verkürzungs- und Verlängerungsgerät mit Schraubenfixation für Ober- und Unterschenkel (Abb. 4).

Im gleichen Jahr erschien der Apparat nach ILIZAROV[38], ebenfalls ein kombiniertes Kompressions- und Distraktionsgerät, das in Osteuropa viel verwendet wird (Abb. 5).

Stabilisierungen mit noch höherer Rigidität werden heute angelegt. Es ist möglich, den klassischen Fixateur externe mit einem WAGNER-Apparat zu verstärken. Damit erhält man eine Fixierung in der dritten Ebene. Eine Weiterentwicklung stellt der Äußere Festhalter dar (Abb. 6). Neben den quer geführten STEINMANN-Nägeln werden in einer senkrecht dazu gelegenen Ebene 2 SCHANZ'sche Schrauben eingebracht. Das ganze System wird dann in der dritten Dimension verbunden (HIERHOLZER[35]).

Der Fixateur externe stabilisiert indirekt, die Metallimplantate werden abseits des Infekt-Fokus verankert. Die Osteitis kann überwacht werden und Zusatzeingriffe sind unproblematisch. Mittels der Spannschrauben ist es möglich, Druck zu erzeugen, aufrechtzuerhalten und bei Bedarf sogar zu verstärken. Die funktionelle Nachbehandlung schränkt Gelenkversteifung und Muskelatrophie ein. Bei der Defektpseudarthrose hält der äußere Spanner die normale Achse und Länge aufrecht.

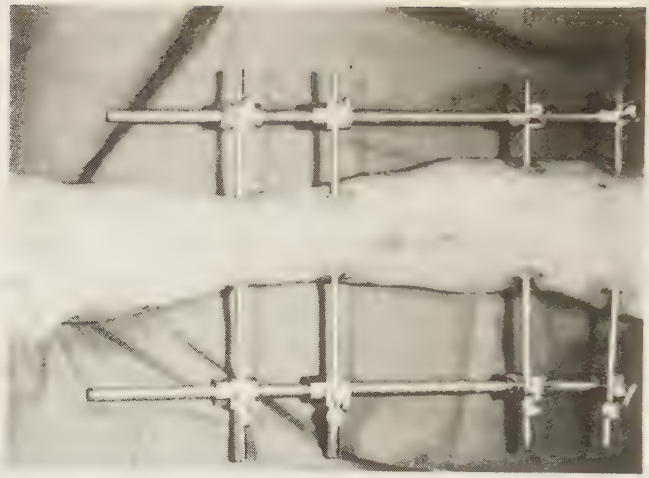


Abb. 3: Fixateur externe

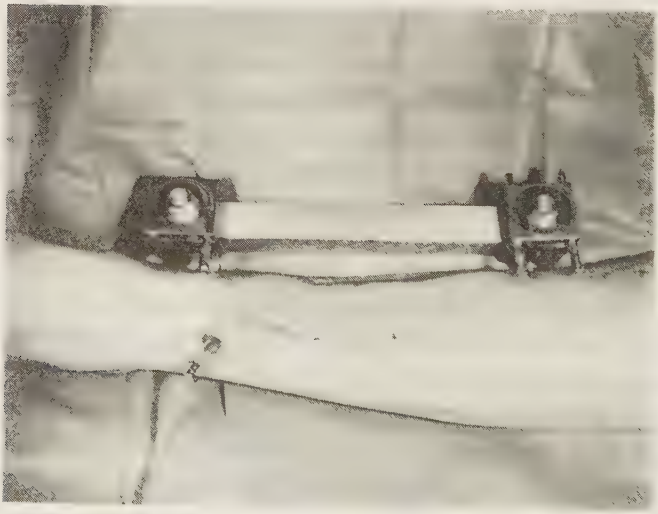


Abb. 4: Apparat nach WAGNER

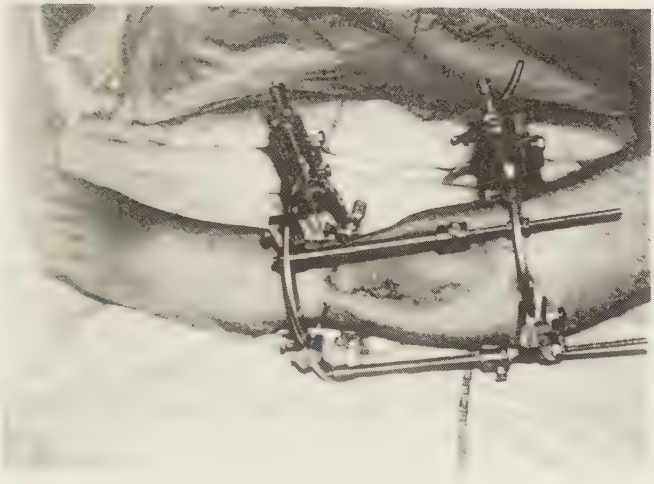


Abb. 5: Apparat nach ILIZAROV

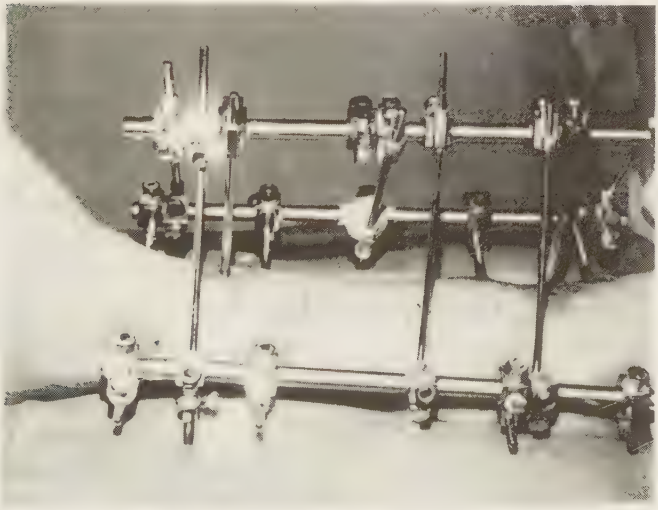


Abb. 6: Äußerer Festhalter

Folgende Fixateurarten haben sich durchgesetzt:

1. Rahmen-Fixateur
2. Klammer-Fixateur
3. Kombinationen

Beim Rahmenfixateur bilden mindestens 2 oder mehr STEINMANN-Nägel und äußere Spannschrauben ein Rahmensystem.

Der Klammerfixateur setzt sich aus mindestens 2 oder mehr SCHANZ'schen Schrauben und äußeren Spannern zusammen (WEBER und CECH[108]).

Beim Einsetzen der STEINMANN-Nägel ist wichtig (WEBER und CECH[108]):

a) Vorbohrung (Gefahr der Hitzenekrose mit nachfolgendem Infekt ohne Vorbohrung)

b) kein Eintreiben mit dem Hammer (sonst keine Paßgenauigkeit)

c) Stichinzision (zur Verhütung einer Hautnekrose mit nachfolgendem Infekt).

KLEINING und HIERHOLZER[44] unterscheiden grundsätzlich 3 Montageformen (Abb. 7):

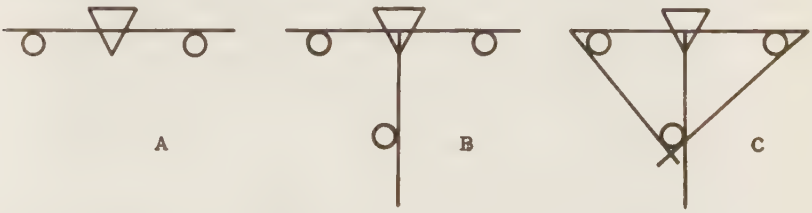


Abb. 7: Montagegrundformen

A = Rahmenfixateur
B = kombinierter Rahmenfixateur
C = räumlicher Fixateur

Die Verweildauer eines Fixateur externe hängt vom Fortschreiten der Heilung ab. Sie schwankt zwischen 2 und 6 Monaten, dauert aber ausnahmsweise auch länger (WEBER und CECH[108]).

2.4.2. Kompressionsplatte

Plattenosteosynthesen werden seit etwa 100 Jahren durchgeführt und gehen auf LANE und DANIS[23] zurück.

Manche Autoren lehnen bei einer Infektpseudarthrose die Platte ab und sehen in dem Metall einen unnötigen, zusätzlichen Sequester (JÄGER u.Mitarb.[41], KLEMS[49]).

Für SCHMELZEISEN[92] stellt die innere, direkte Stabilisierung mit einer Platte bei entzündlichem Geschehen eine Ausnahmeindikation dar, wenn die Verwendung eines Fixateur externe technisch nicht möglich ist. Die Schrauben müssen aber unbedingt fern des Fokus verankert werden. Beim Einbau der Platte ist darauf zu achten, daß möglichst wenig Weichteile vom Knochen abgelöst und die Weichteilschichten unter sich nicht präpariert und eröffnet werden. Die Osteoporose erfordert eine lange, die knappe Weichteildeckung der Tibia eine schmale Platte.

Weichteildefekte und ausgedehnte Narben lassen oft das Anlegen einer Platte nicht zu. Axiale Kompression kann bei größeren Knochendefekten nicht ausgeübt werden. Eine ausreichend stabilisierende Platte, auch wenn sie freiliegt und nicht von Haut bedeckt ist, sollte man unbedingt belassen (MEINHARDT und PFISTER[66]).

Platten müssen eine starke Kompression auf die Fragmentenden bewirken. Der Druck läßt innerhalb von 3 bis 4 Monaten nach. Ist dann noch keine ausreichende knöcherne Durchbauung erzielt oder wenigstens induziert, kommt es erneut zur Instabilität, zu Resorptionsvorgängen und

auch zum Wiederaufflackern des Infektes. Eine erneute Osteosynthese ist dann unumgänglich.

Der Zugang zum Knochen verlangt eine "saubere Route", das heißt abseits vom Fistelgebiet. Wegen der dünnen Weichteilschicht ist die anterio-mediale Tibiafläche zu meiden. Beim "vorderen Zugang" erfolgt die Schnittführung etwa 1 cm lateral der vorderen Knochenkante. Der "hintere Zugang", der sich nach massiver Haut- und Weichteilschädigung am ventralen Unterschenkel anbietet, liegt knapp neben dem medialen Tibiahinterrand. Wird die Platte lateral angebracht, muß man die tibiofibulare Syndesmose schonen. Immer ist das Periost sparsam und nur soweit erforderlich abzulösen, um die Durchblutung nicht zu gefährden (BURRI[14], SCHAUWECKER[87], SCHMELZEISEN und BILOW[93]).

Die Kompressionsplatte kann als Zuggurtungsplatte auf der Zugspannungsseite des entsprechenden Skeletabschnittes zur Stabilisierung verwendet werden. Sie wird bei Pseudarthrosen über deren Konvexität hinweg angelegt und bietet bei einem Minimum an Metall ein Maximum an Festigkeit. Da sie enormen Beanspruchungen unterliegt, besteht die Gefahr des Plattenbruches.

Die Neutralisationsplatte bildet die stabilisierende Ergänzung zu Zugschrauben, die den interfragmentären Durck erzeugen (MÜLLER u.Mitarb.[69], WEBER und CECH[108]).

2.4.3. Markraumnagelung

Der Marknagel, ein intramedullärer Kraftträger, fixiert auf direkte interne Weise.

Die Markraumnagelung nach KÜNTSCHER[54)56)] stellt die stabilste Osteosynthese dar.

Sie ist im Falle eines Infektes wegen der Möglichkeit der Keimverschleppung nicht angezeigt (HILDEBRANDT und ARNHOLD[36)]).

Die "septische Marknagelung" mit der Gefahr einer Markraumphlegmone bleibt somit eine extreme Ausnahmeindikation (MEINHARDT und PFISTER[66)]).

KLEMM[47)] und PLAUE[75)] weisen darauf hin, daß die Aufbohrung Durchblutung und Knochenneubildung fördert sowie saubere Verhältnisse schafft. Immer ist jedoch dann abzuwägen, ob ein Vorteil gegenüber dem hohen Infektionsrisiko erzielt werden kann.

2.4.4. Fibula pro Tibia

Die Fibula pro Tibia-Stabilisierung, ein Begriff des anglikanischen Schrifttums (WALCHER[107]), wurde 1884 von HAHN[34] angegeben. Er durchtrennte das Wadenbein oberhalb des Schienbeindefektes, pflanzte das distale Fibulaende in den proximalen Tibiateil ein und überbrückte so einen Defekt von 8,5 cm Länge. Die Fibula war zum tragenden Knochen des Unterschenkels geworden (WITT[116]). Der Vorteil lag in der Transplantation eines Knochenstücks mit intakter Durchblutung. Der Nachteil war eine Achsenabweichung, die sich sekundär auf das obere Sprunggelenk in Form von Fehlstellungen auswirkte. Daher modifizierten STONE (1906), Mc AUSLAND und WOOD (1912) und BRANDES (1913) das Verfahren. Sie schlugen vor, in einer zweiten Operation die Fibula oberhalb des Außenknöchels nochmals zu durchtrennen und sie auch in den distalen Tibiateil einzubolzen ("Translokalisation der Fibula"), damit das Knöchelgelenk stabil bleibe. Durch den zweizeitigen Eingriff war eine ständige Ernährung des Wadenbeines gewährleistet (OLDENBURG[70]). Die erhöhte Belastung führte zur Kräftigung und Verstärkung der Fibula (DROST[24]).

CAMPANACCI und ZANOLI[16] osteosomierten 1960 die Fibula im proximalen und distalen Drittel und verblockten sie mit 4 Schrauben gegen die angefrischte Tibia. Ebenfalls versuchte man die Verschraubung einer einmal osteotomierten Fibula gegen eine nicht angefrischte Tibia (WEBER und CECH[108]).

IMMENKAMP und SCHRAMM[39] beschreiben die tibio-fibulare Synostose nach Anlagerung autologer Spongiosa in das Spatium interosseum bei gleichzeitiger Schraubenfixierung. ECKE und KYAMBI[26] drehen die doppelt durchtrennte Fibula unter Erhaltung der Membrana interossea nach dorsal und schrauben sie an die Fibula.

Die Fibula pro Tibia-Stabilisierung war bis zur Einführung anderer Osteosynthesen lange Zeit die einzige Lösung bei großen Defekten. Heute wird die Defektpseudarthrose überwiegend mit dem Fixateur externe und autologer Spongiosaplastik behandelt.

Die Indikation zur Fibula pro Tibia besteht nur noch bei großen Knochendefekten mit massiven Weichteilschädigungen und prekären Hautverhältnissen über der medialen Tibiafläche, so daß man es nicht verantworten kann, STEINMANN-Nägel oder SCHANZ'sche Schrauben einzuführen. Der Nachteil der Methode ist wie bei der konservativen Frakturversorgung die lange Gipsfixation (WEBER und CECH[108]).

2.5. Spül-Saug-Drainage

HENRI DE MONDEVILLE spülte im Mittelalter eitrige Wunden mit Quellwasser. Die Spül-Saug-Drainage im geschlossenen Sinn beschrieb KÖNIG[51] im Jahre 1873 wohl als erster. Er brachte ein Doppelrohr in den Markraum und mehrere Drains in die Weichteile ein. Die Sepsis konnte beherrscht werden und es stellten sich Granulationen ein. Ähnlich verfuhr MARKOE[62]. In größerem Umfang kam das Verfahren im Ersten Weltkrieg durch CARREL[85] als "instillation continue" oder als "instillation intermittante" bei Kriegsverletzungen zur Anwendung (Abb. 8). Gespült wurde mit DAKIN'scher Lösung. Neben der desinfizierenden Wirkung erkannte schon CARREL die mechanische Bedeutung der Spülung.

Abb. 8: Spüldrainage nach CARREL

In den USA griffen GRACE und BRYSAN erst 1947 die Methode wieder auf. Sie verbesserten die Technik und setzten der Flüssigkeit Detergentien und Antibiotika bei.

Nachdem WILLENEGGER und ROTH[113)] im Jahre 1962 der Spüldrainage mit Antibiotikabeigabe in Europa zum Durchbruch verholfen hatten, wurde sie immer häufiger angewendet und ist heute ein Routineeingriff. Eine moderne Osteitisbehandlung ohne Spül-Saug-Drainage wäre unvorstellbar.

Die Saugdrainage hat nach allen operativen Eingriffen am Bewegungsapparat ihre Indikation. Eine Vakuumquelle (Pumpe, Flasche) aspiriert aus der Wundhöhle Hämatom, Sekret und gegebenenfalls Pus oder kleine Sequester. Besonders der Hämatombeseitigung (Nährboden!) kommt große Bedeutung zu. Der Unterdruck verkleinert den "toten Raum", Gewebeschichten nähern sich einander, Hohlräume

werden vermieden und die Durchblutungsstörung wird gebessert.

Eine Original-REDON-Drainage besteht aus perforierten Polyäthylendrains und graduierten, wiederholt sterilisierbaren Glas-Vakuumflaschen. Sie bietet eine Möglichkeit, den alten Leitspruch "ubi pus ibi evacua" zu verwirklichen und trotzdem einen Wundverschluß anzustreben.

Beim Einlegen der Drains sind folgende Punkte zu beachten:

1. Verlauf durch eine längere Weichteilstrecke, damit nach Entfernung keine Kommunikation von außen zur Wundtiefe entstehen kann
2. das Drainende muß unbedingt die hinterste Ecke oder den tiefsten Punkt erreichen
3. nach Marknagelung mit Aufbohrung darf keine Vakuumdrainage erfolgen, da sonst Lebensgefahr durch Exsanguination besteht (WEBER und CECH[108]).

Die Spüldrainage erfüllt bei der Therapie eines Infektes folgende Funktionen:

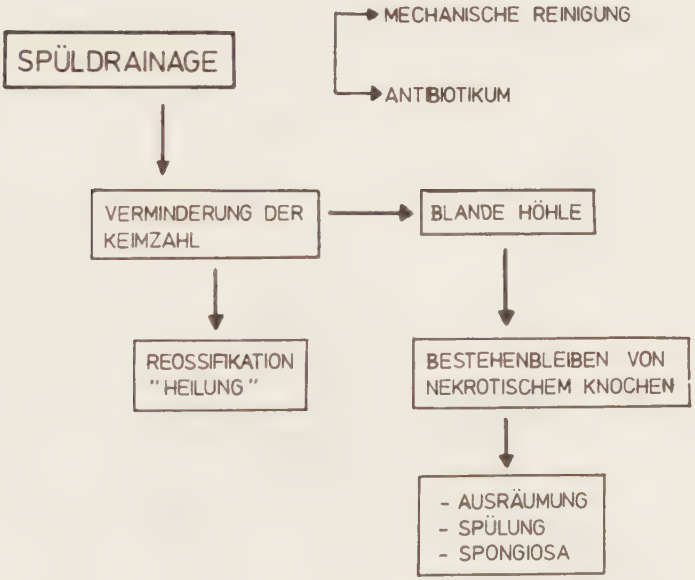
1. Entfernung des postoperativen Hämatoms
2. Verhinderung der Abszeßbildung
3. Beseitigung von verflüssigtem, nektrotischem Gewebe
4. Berieselung und somit Bekämpfung einer virulenten Infektion durch Verminderung der Keimzahl.

Der Drainage gehen immer Sequestrotomie und Exzision voraus (WEBER und CECH[108]). Liegt ein nicht stabilisierendes Metallimplantat vor, ist eine Spüldrainage nur nach erneuter stabiler Osteosynthese sinnvoll (KLEMM[45]). Das zuführende (dünne REDON-)Drain wird in den "toten Raum" eingelegt. Das abführende, dickere Drain muß dauernd unter Vakuum stehen, damit es nicht verstopft. Aus diesem Grund verwendet man meist mehrere abführende Schläuche. Eine

Spüldrainage beläßt man durchschnittlich 3 Wochen. Während der ersten 8 bis 10 Tage können Antibiotika zugegeben werden. Sobald die Spülflüssigkeit steril ist, wird nur noch gesaugt (WEBER und CECH[108]). Neben Verstopfung beobachteten FASOL und SCHMID[27] Fälle, bei denen verwirrte oder uneinsichtige Patienten die Drains selbst entfernten.

Ein Infekt wird über die Verminderung der Keimzahl beherrscht. Wesentlichstes Element der Spül-Saug-Drainage ist die mechanische Reinigung des Infektionsgebietes. Die Spülung führt eine virulent infizierte Oberfläche in das blande Stadium über. Dadurch hält man die Keiminvasion in die Umgebung auf, vorausgesetzt, daß der Herd vollständig und unbehindert bespült wird. Nach Absetzen der Spülung gewährleistet die Saugdrainage als sogenannte "kontrollierende Fistel" das Verbleiben des Infektes in der blanden Phase. Proliferation, Osteoblastentätigkeit und Rekalzifizierung treten in den Vordergrund, die Heilung wird bei Stabilität der Osteosynthese möglich (BURRI[14], SCHMELZEISEN und WELLER[95]).

BURRI[14] gibt für die Wirkungsweise der Spüldrainage folgendes Schema an (Tab. 4):



Tab. 4: Wirkungsweise der Spüldrainage

Man unterscheidet bei der Spül-Saug-Drainage 3 Verfahren:

1. geschlossenes System
2. offenes System
3. teiloffenes System

Beim geschlossenen System (Abb. 9) wird nach Inzision, sorgfältigem Debridement und Einlegen der Drains die Operationswunde wieder verschlossen. Das zuführende Drain legt man zentral, um die infizierte Höhle vollständig auffüllen zu können. Das abführende Drain verläuft parallel zum zuführenden.

Ist der Unterschenkel hochgelagert, muß das zuführende Drain länger sein, bei Tieflagerung das abführende.

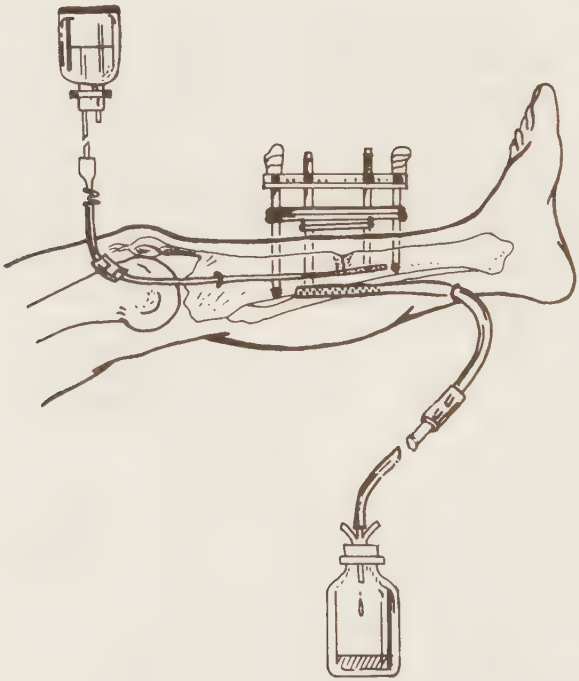


Abb. 9: Spüldrainage - geschlossenes Verfahren

Das offene System (Abb. 10) erfordert nur 1 zuführendes Drain. Die Inzision wird nicht oder nur unvollständig verschlossen. Man fängt die austretende Flüssigkeit in einem Gefäß unterhalb der Extremität auf. Aufgrund von Keimüberwucherung, Nässung und ästhetischen Aspekten wird dieses Verfahren selten angewendet.

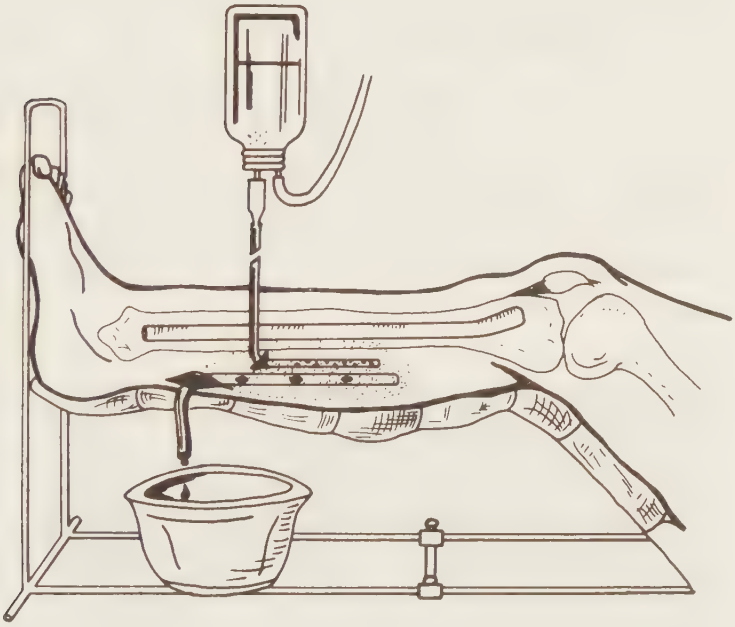


Abb. 10: Spüldrainage - offenes Verfahren

Die Nachteile des offenen Systems veranlaßten BURRI[14], das teiloffene System als Methode der Wahl zu empfehlen. Dabei wird die Spülflüssigkeit mit einem oberflächlich in der offenen Wunde liegenden, weitlumigen Drain abgesaugt (Motorsaugung). Beschmutzung der Haut oder der Lagerungsschiene entfallen, die Ästhetik ist verbessert. KALLENBERGER u.Mitarb.[43] beschäftigten sich mit der optimalen Zusammensetzung der Spülflüssigkeit. Sie zeigten, daß an menschlichen Bindegewebsstrukturen Ringerlösung praktisch keine Veränderungen bewirkt, während physiologische Kochsalzlösung selbst bei neutralem pH die Zellen massiv schädigt.

Als ausgezeichneter antibiotischer Zusatz erwies sich ein aus Neomycin, Bacytracin und Polymyxin bestehendes Gemisch, zusammen als Polybaktrin bezeichnet. Der Vorteil besteht in einer äußerst geringen Resistenz der Keime gegenüber dieser Konstellation. Außerdem läßt sich jedes andere Antibiotikum über den Blutweg damit kombinieren (BURRI[14]).

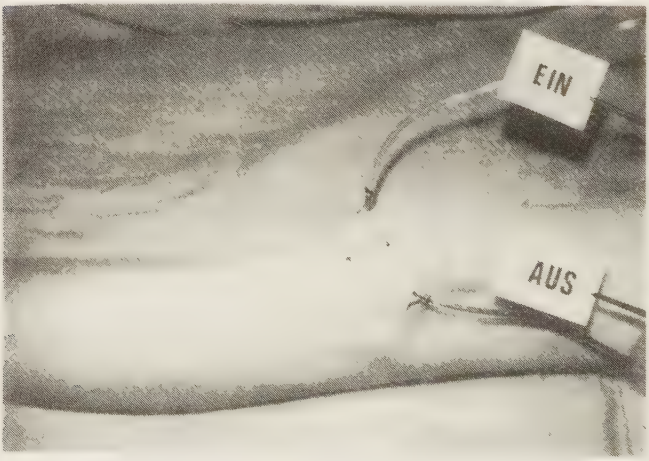


Abb. 11: Spülsaugdrainage - klinisches Bild

2.6. Knochensanierung

Die meisten Autoren sehen in der Sanierung des Entzündungsherdes einen entscheidenden Schritt der Osteitisbehandlung (BURRI[14], FASOL und SCHMID[27], SCHMELZEISEN und WELLER[94] u.a.). Nekrosen, entzündlich veränderte und avitale Knochenabschnitte müssen entfernt werden. Daran schließt sich die Sanierung der Resthöhle durch Auffüllung des entstandenen Defektes an. Zur Auffüllung eignen sich Weichteil- und Knochenplastiken bei erhaltener Längskontinuität und Belastbarkeit. Ist dies nicht der Fall, bleibt nur die knöcherne Ersatzplastik.

2.6.1. Ausräumung und Sequestrotomie

Unter einem Sequester wird ein abgestorbenes, vom gesunden Gewebe rundum abgetrenntes Knochenstück verstanden. Sequester verursachen Fisteleiterungen und sind kennzeichnend für die infizierte chronische Osteitis.

Histologisch ist ein Sequester von einer innersten Zone aus Granulozyten, Makrophagen und Exsudat umgeben. Es schließt sich ein Granulationsgewebewall an, der von faserreichem Bindegewebe umhüllt wird. Nun folgt eine Zone sklerosierten Knochens und letztlich die meist nicht entzündete Spongiosa (BURRI[14], KÖNN und POSTBERG[52]). Im Röntgenbild sieht man einen mehr oder weniger entkalkten, unregelmäßig und unscharf begrenzten verwaschenen Knochenteil, der von einer Aufhellungszone umgeben ist (BURRI[14], FLACH[29]).

Sequester lassen immer wieder die Infektion aufflackern. Sie verhindern das Einsprossen von Granulationsgewebe in die Knochenhöhle und damit die Konsolidierung (BÖHLER[13]).

Von der Radikalität der Ausräumung avitalen Knochengewebes und der Sequestrotomie hängt der weitere Verlauf der Behand-

lung ab. Man geht so vor, daß neben der Entfernung aller Sequester die Markhöhle mit dem Meißel eröffnet und dem scharfen Löffel ausgeräumt wird. Das Anfrischen der wandständigen Kortikalis erfolgt so lange, bis überall Blutpunkte als Zeichen für vitalen Knochen erkennbar sind (BURRI[14]).

2.6.2. Muldung

Die Muldung ist eine alte, radikale Osteitistherapie. Sie hat zum Ziel

- den tiefsten Punkt der Fistel zu erreichen
- alle Granulationen restlos zu beseitigen
- keine Sequester zurückzulassen
- Knochenwandüberhänge abzuschrägen

Man schafft so eine frische, großflächige Knochenwunde, an die sich benachbarte Weichteile anlegen können. Zur Unterstützung dient dabei ein Kompressionsverband.

Voraussetzungen für eine Muldung sind erhaltene Längskontinuität des Knochens und mechanische Stabilität.

Die Muldung ist in Gelenknähe (Brodie-Abszeß) und bei Vorhandensein ausgedehnter, schlecht durchbluteter und nicht anlegefähiger Narbenmassen kontraindiziert (BURRI[14]).

2.6.3. Sanierung der Resthöhle

Eine infizierte Weichteilhöhle heilt allmählich durch Schrumpfung aus. Der Knochen besitzt nur in begrenztem Umfang die Fähigkeit, von sich aus eine Höhle zu schliessen. Wenn dies überhaupt geschieht, erstreckt sich der Prozeß über Monate und Jahre. Reinfektionen sind die Regel.

Ein infizierter Knochendefekt kann auf 3 verschiedenen Wegen zustande gekommen sein, und zwar durch:

1. einen chronisch entzündlichen Prozeß
2. direkte Defektsetzung beim Trauma (mit sekundärer Infektion)
3. therapeutische Ausräumung

Seit mehr als einem Jahrhundert wird versucht, infizierte Knochenhöhlen und ausgeräumte Bezirke aufzufüllen. HAMILTON benutzte 1882 desinfizierte Schwämme. MOSETIG-MOORHOF verwendete 1904 die sogenannte Jodoformplombe. Ausprobiert wurden unter anderem Gummi- und Bleikugeln, Elfenbeinstücke, Guttapercha, Zement, Gips, Knochenasche und Sand (BURRI[14]).

2.6.3.1. Tamponade

Früher legte man nach Sequestrotomie und Ausräumung eine Tamponade in die Knochenhöhle. Bald war jedoch zu erkennen, daß nach Auffüllung des Defektes mit Granulationsgewebe sich eine solitäre Keimart binnen kurzem in eine Mischflora verwandelte. Diese ließ sich aber viel schlechter therapeutisch beeinflussen (ECKE[25]).

2.6.3.2. Muskelplastik

Aufgrund der Rezidivhäufigkeit nach Tamponierung entwickelte SCHULTEN im Jahre 1896 das Verfahren der Muskelplastik. Es wurde 1954 von RÜHL[84] als Muskellappenplastik modifiziert.

Das Prinzip besteht darin, eine flache Knochenrinne zu schaffen, die mit einem proximal gestielten Muskel-Periost-Lappen verschlossen wird. Muskelgewebe besitzt gute plastische Eigenschaften, legt sich eng an den Knochen an ("lebende Tamponade") und ist ein lokaler Zubringer von Antibiotika (BURRI[14], ECKE[25]).

2.6.3.3. Periostplastik

Bei der Periostplastik wird ein gestielter Periostlappen in die Knochenhöhle eingerollt und mit Nähten fixiert. Das Periost bildet osteoides Gewebe und Knochen, die die Resthöhle verschließen. BURRI[14] und POPKIROV[77] halten diese Methode heute nur noch bei der hämatogenen Kinderosteitis mit aktivem, intaktem Periost für angezeigt.

2.6.3.4. Hautplastik

Die Hautplastik stellt eine weitere Möglichkeit dar, einen osteitischen Knochendefekt auszukleiden. Alle hautplastischen Maßnahmen, die zur Sanierung von Verletzungsfolgen oder entzündlich entstandenen Läsionen der Haut selbst angewendet werden, sind davon streng zu trennen. Eine Hautplastik, als gestielter Lappen oder freies Transplantat, versiegelt eine Muldung und kann dabei durch Kompression von außen in ihrer Effizienz unterstützt werden (BURRI[14]).

2.6.3.5. Eigenblut-Antibiotika-Plombe

WINTER legte in die gereinigte Knochenhöhle eine Plombe aus Fibrin, Thrombin, Antibiotika und Eigenblut ein. Als Antibiotikum wählte er ein Gemisch aus Penicillin und Streptomycin (BURRI[14]). Auf diese Weise erzielte ECKE[25] bei der exogenen Osteitis Rezidivfreiheiten von etwa 90 %.

2.6.3.6. Kollagen-Antibiotikum-Implantat

BEDACHT[9] verwendete heterologes, denaturiertes Kollagen in Kombination mit einem Antibiotikum als Füllmaterial. Nach radikaler Ausräumung wird das Implantat formschlüssig eingepaßt. Mikro- und Makrophagen bauen im Rahmen von Proteolyse und Phagozytose das Kollagen ab. Es dient dem einsprossenden Granulationsgewebe als Leitgerüst. Ein Rest-

infekt klingt ab und die Knochenhöhle konsolidiert bindegewebig. Ein großer Vorteil besteht darin, daß das Implantat jederzeit und in erwünschter Menge zur Verfügung steht. Unter der Voraussetzung ausreichender Knochenkontinuität verschloß BEDACHT große Höhlen und erreichte in 80 % der Fälle gute Behandlungsergebnisse.

2.6.3.7. Sandplastik

1971 berichtete ÜBELHÖR[103)] erneut über die Sandplastik. Er hatte bei 21 Patienten den ossären Defekt nach Muldung mit sterilem Flußsand gefüllt. Das Ergebnis der Therapie entsprach aber nicht den Erwartungen.

2.6.4. Knochentransplantation

Bereits 1809 entwickelte MERREM Überlegungen zur Knochentransplantation. Seither kam heterologe, homologe und autologe Knochensubstanz zur Verwendung.

Das Transplantat nimmt aktiv am Aufbau neuen Knochens teil. Zum einen durch seine Zellen, die zuerst per Diffusion ernährt werden und später auf Grund einer Revaskularisation des Transplantates nicht absterben, zum anderen durch seine ungeformte Grund- oder Interzellularsubstanz (AXHAUSEN[4)]). Dieses Geschehen bezeichneten AXHAUSEN[4)], CHALMERS[17)] und BURWELL[15)] als zweiphasige Osteogenese, in der die Osteoblastenlehre und die Induktionstheorie enthalten sind.

Die osteogenetische Potenz stellt für den Wert eines Transplantates einen wichtigen Maßstab dar. Es soll nicht nur den Defekt überbrücken, sondern auch in den Organismus integriert und umgebaut werden (SCHWEIBERER[97)]).

2.6.4.1. Freies Knochentransplantat
(heterolog, homolog, autolog)

Der frische heterologe Span ist wegen der auftretenden enormen Abwehrreaktionen für eine Transplantation absolut ungeeignet (SCHWEIBERER[98]). Deshalb entwickelte MAATZ[59)60)] von 1951 bis 1954, später zusammen mit BAUERMEISTER[7)], den "Kieler Span". Dabei handelte es sich um einen Rinderknochen, dem in einem H_2O_2-Mazerationsverfahren Eiweiß, zelluläre Elemente und Interzellularsubstanz entzogen wurde. Übrig blieb das bälkchenstrukturierte Mineralsalzgerüst mit erwiesener Antigenfreiheit. 1970 wies SCHWEIBERER[97)] nach, daß dem mazerierten Span, ob autolog, homolog oder heterolog, jede osteoinduktive Potenz fehlt. Dem "Kieler Span" kommt nach BURRI[14)] heute keine Bedeutung in der Auffüllung von Defekten zu. Er muß als Fremdkörper aufgefaßt werden.

GÜNTZ[33)] wollte ebenfalls die Immunreaktion vermeiden. Er konservierte Bankspäne chemisch mit Cialit.

Das homologe Transplantat wird auch immunologischen Abwehrvorgängen unterworfen. Abstoßungen sind zu beobachten. Man versuchte dies durch Gewebskonservierung, Tiefkühlung und andere Maßnahmen zu umgehen (VADASZ[104)]). Nach Überwindung der Abwehrreaktionen, denen die Zellen homologen Ursprungs erliegen, besitzt das Transplantat durch seine artspezifische Grundsubstanz osteogenetische Potenz. Sie ist zwar verzögert und vermindert, bei guter Lagerung jedoch wird homologer Knochen für die Transplantation verwendbar (BURRI[14)]).

Daß das autologe Transplantat hinsichtlich osteogenetischer Potenz und biologischer Verträglichkeit allen anderen Arten eindeutig überlegen und diesen vorzuziehen ist, haben Versuche und klinische Erfahrung bewiesen. Besonders mit autologer Spongiosa wird eine große Zahl lebensfähiger

aktiver Osteoblasten und nur wenig Grundsubstanz übertragen. Daher kann die zweiphasige Osteogenese geradezu ideal ablaufen. Autologes Material zeichnet sich durch das Fehlen immunologischer Probleme (ausbleibende Antigenreaktion) und als Kalluslocker aus (AXHAUSEN[4]).

PHEMISTER brachte den Span ohne Periost subperiostal zwischen die Pseudarthroseenden ein. LEXER verwendete periostbedeckte Späne.

1974 beschrieben BEZOUGLIS und ELIOPOULOS[11] für das Anlegen eines Spanes im Falle einer fistelnden Infektpseudarthrose der Tibia den "hinteren äußeren Zugang". Der Grundgedanke bestand darin, daß die Membrana interossea den Unterschenkel in zwei Ebenen, nämlich in eine vordere septische und eine hintere gesunde, teile. Der besondere Zugangsweg machte keine Muskeldurchtrennung notwendig. BEZOUGLIS beobachtete eine schnelle Ausheilung der Pseudarthrose.

Die Bedeutung des Transplantatlagers erkannte 1924 LEXER[58]. Er unterschied zwischen einem ersatzstarken, -schwachen und -unfähigen Lager. Als ersatzschwaches Lager muß die atrophische Pseudarthrose gelten, die als Merkmale das Fehlen der Kallusbildung, verminderten Kalksalzgehalt, dünne Kortikalis und eine meist schlaffe Fehlgelenksbildung zeigt (SCHWEIBERER[97]). Nachdem KROMPECHER[53], DANIS[23], SCHENK und WILLENEGGER[91] die primäre Knochenheilung unter den Voraussetzungen Druck, Stabilität und Vaskularität nachgewiesen hatten, kam dem interfragmentären Druck erhöhte Bedeutung zu. Er bewirkt den engen Kontakt zwischen Transplantat und Lager. SCHENK und WILLENEGGER[90] betonten dies erneut 1963 mit dem Begriff "Ausschaltung von Mikrobewegungen".

Knochen kann in Form von Kortikalisspänen, kortiko-spongiösen Spänen oder -Blöcken und als reine Spongiosa verpflanzt werden.

Kortikalisspäne sind heute beim Kind im Falle einer Defektpseudarthrose und beim Erwachsenen nur in Ausnahmefällen indiziert. Die Defektüberbrückung wird mit der "greffe armee" (Osteosynthese und Spongiosaplastik) besser gelöst. Im septischen Milieu wird die Kortikalis wegen verzögerter Vaskularisation sehr bald zum Sequester (BURRI[14]).

MAYER[65] berichtete über kortiko-spongiöse Späne, die einer Platte gegenüber angelegt und mit einer durchgängigen Kortikalisschraube fixiert wurden.

Gute Ergebnisse bei der Behandlung von defekten Röhrenknochen durch autologe, kortiko-spongiöse Blöcke in Verbindung mit Plattenosteosynthese teilte BINDER[12] mit.

1932 erkannte MATTI[64] den überragenden Wert autologer Spongiosa. Sie heilt schneller ein und gewinnt rascher Anschluß an die Blutzirkulation.

Spongiosa ist hinsichtlich Anspruchslosigkeit der Ernährung dem Span bei weitem überlegen (STÄHLI[101]).

Wegen ihrer Widerstandsfähigkeit auch in infizierten Bereichen, eignet sie sich besonders gut für das einzeitige, geschlossene Verfahren. Darunter versteht man den primären Wundverschluß nach Auffüllung der Knochenhöhle. Beim zweizeitigen operativen Verfahren kann offen oder geschlossen vorgegangen werden. Den ersten Schritt bildet die Ausräumung und eine Spüldrainage, im zweiten Schritt wird der Defekt aufgefüllt (BEDACHT[10]).

Üblicherweise kombiniert man Spongiosaplastik und Spüldrainage nicht miteinander. Die Spülung bedeutet einen gewissen Grad biomechanischer Instabilität und kann die Vaskularisierung negativ beeinflussen (SCHMELZEISEN und WELLER[95]).

2.6.4.2. Gestieltes Knochentransplantat (Dekortikation)

Die Dekortikation ist eine gestielte kortiko-periostale Spanabhebung in situ.

Mit dem scharfen Meißel werden Kortikalisstückchen abgelöst, die mit dem Periost in Verbindung bleiben. An der Tibia erfolgt die Dekortikation in der Regel an 2 der 3 Flächen in einer Länge von 8 bis 10 cm. Es entsteht eine rindenartige, die Pseudarthrose einhüllende Ummantelung, wobei die Kortikalisschuppen vom Periost ernährt werden.

Das Ziel der Dekortikation bei einer Infektpseudarthrose ist die Schaffung eines guten Lagers für die Aufnahme autologer Spongiosa. Das Knochentransplantat wird in die Mulden gelegt und findet schnell Anschluß an die Blutzirkulation (WEBER und CECH[108]).

2.7. Weichteilsanierung

Neben Stabilisierung, Knochensanierung und Drainage erfordert die eitrige chronische Osteitis oft auch eine Weichteilsanierung. IMMENKAMP[40] weist auf die Herstellung einwandfreier Weichteilverhältnisse vor dem Eingriff am Knochen hin.

Matschiges, nekrotisches Gewebe und eiternde Vernarbungen sind zu entfernen, Fisteln und Abszesse zu inzidieren.

Sanierungsmaßnahmen an den Weichteilen fördern Durchblutung und Ernährung, der Infekt wird eingedämmt.

Nach radikaler Beseitigung von wertlosem Knochen- und Weichteilgewebe und bei konsequenter Befolgung der Behandlungsgrundsätze kommt die Pseudarthrose zur Konsolidierung und Hautdefekte heilen oft spontan. Wenn überhaupt erforderlich, ist die Korrektur einer Restfistel oder schlechten Hautbedeckung der letzte Eingriff im Sinne der modernen Therapie (BURRI[14], WEBER und CECH[108]).

Falls Knochen oder Metallimplantate freiliegen, werden hautplastische Maßnahmen an der Tibia auch während des Behandlungsganges durchgeführt (FASOL und SCHMID[27]).

Allgemein sind 2 Verfahren der Hautplastik voneinander zu trennen:

1. freie Hautplastik
2. gestielte Hautplastik

2.7.1. Freie Hautplastik

Eine freie Plastik ist die Übertragung (der Haut) ohne Kontakt mit der Entnahmestelle (REIFFERSCHEID[81]).

An der Tibia kommen folgende freie Transplantationen hauptsächlich zur Anwendung:

1. Spalthauttransplantat
2. REVERDIN - Transplantat
3. THIERSCH - Transplantat

Ganz selten wird ein Vollhauttransplantat verpflanzt. Das Spalthaut- und REVERDIN-Transplantat bestehen aus

Epidermis und einem Teil des Koriums, das THIRSCH-Transplantat nur aus Epidermis.

Besonders Spalthaut besitzt die Fähigkeit, Heilungsprozesse zu beschleunigen (BURRI[14]).

2.7.2. Gestielte Hautplastik

Eine gestielte Plastik (Lappen) behält Kontakt mit der Entnahmestelle, in erster Linie mit ihrer Nerven- und Gefäßversorgung (REIFFERSCHEID[81]).

Gestielte Transplantate eignen sich für den Unterschenkel in Form von:

1. Schwenklappen
2. Visierlappen
3. Cross-Leg-Plastik

Der Schwenklappen ist ein Rotationslappen mit bogenförmiger Schnittführung. Bei der Visierplastik bedient man sich eines doppelt gestielten Hautlappens. Die Cross-Leg-Plastik (gekreuzte Lappenplastik von einem Bein auf das andere) empfahl ROSSAK[83] wegen ihrer kurzen Heilungszeit.

2.8. Antibiotika

Antibiotika wirken bakteriostatisch oder bakterizid. Bakteriostatische Antibiotika sind z.B. Tetracycline, Chloramphenicol, Erythromycin und Lincomycin. Die meisten Antibiotika gehören zu dieser Gruppe. Ihre Wirkungsweise besteht in der Hemmung der Keimvermehrung.

Bakterizide Antibiotika töten Keime ohne Schädigung des Organismus irreversibel ab. Als Vertreter sind Penicillin, Streptomycin, Neomycin, Polymyxin, Bacitracin, Gentamycin, Cephalosporine und Vancomycin zu nennen.

Antibiotika können parenteral oder lokal als Beimischung zur Spülflüssigkeit verabreicht werden. Dabei sind bakterizid wirkende, gewebefreundliche Substanzen zu verwenden, die ein breites Spektrum aufweisen und Resistenzbildungen verhindern.

Die Wahl des Antibiotikums richtet sich nach dem Ergebnis des Antibiogramms, das die Art der Erreger feststellt und deren Resistenz austestet.

Da eine lokale oder parenterale Therapie allein nicht ausreicht, chronische Infektpseudarthrosen keimfrei zu machen, kommen Antibiotika nur im Rahmen eines operativen Eingriffs zur Anwendung. Sie stellen eine gezielte Abschirmung prae-, per- und postoperativ dar. Am Vorabend der Operation wird die Medikation parenteral begonnen und etwa für 10 Tage aufrechterhalten. Länger sollte auch die lokale Applikation nicht dauern (BURRI[14], WEBER und CECH[108]).

KLEMM[48] beließ bei infizierten Pseudarthrosen "Gentamycin-Polymethylmethacrylat-Kugeln" bis zu 2 Monate. Er wies nach, daß über diesen längeren Zeitraum optimale Dosen freigesetzt und damit gute Voraussetzungen für die Durchführung einer Spongiosaplastik geschaffen werden.

Da Antibiotika heute zum Teil wie Chemotherapeutika synthetisch hergestellt werden können, fordert MÖSSNER[68], den Übergriff "antibakterielle Chemotherapeutika" zu gebrauchen.

3. MATERIAL UND METHODE

Untersucht und ausgewertet wurden aus 6 Kliniken der Deutschen Sektion der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen insgesamt 208 Infektpseudarthrosenfälle des Tibiaschaftes bei 206 Patienten (Tab. 5; die Reihenfolge der Kliniken entspricht derjenigen auf Seite 6). 2 Patienten erlitten eine Fraktur beider Tibiae.

Tab. 5: Kliniken und Fallzahl

Klinik	n Fälle
1	10
2	18
3	23
4	27
5	46
6	84
Gesamt	208

Die Auswertung der Patientenunterlagen (Krankenblätter, prae- und postoperative Röntgenaufnahmen, Durchgangsarztberichte, Operationsberichte, Wundabstrichsergebnisse und Nachuntersuchungsbefunde) erfolgte mittels eines Erhebungsbogens (siehe Anhang). Dieser gliederte jeden Einzelfall in vier große Teilbereiche auf:

1. Fraktur und Vorbehandlung
2. Primäre Versorgung
3. IP-Behandlung
4. Nachuntersuchung

3.1. Geschlechts- und Altersverteilung

Von den verunfallten Personen waren 183 männlichen und 23 weiblichen Geschlechts (Tab. 6).

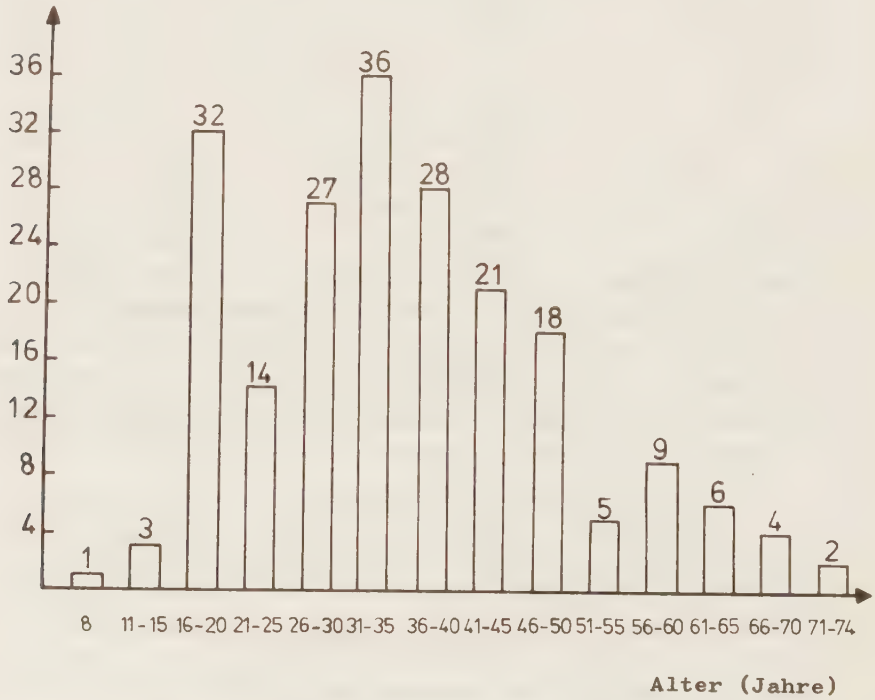
Tab. 6: Geschlechtsverteilung

Männer	183	(88,8 %)
Frauen	23	(11,2 %)
Gesamt	206	(100,0 %)

Das starke Überwiegen des Männeranteiles beruht darauf, daß 2 Kliniken, die über die Hälfte der Fälle stellten, vor allem männliche Patienten mit Arbeitsunfällen versorgen.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Unfalles betrug 35,5 Jahre. Der jüngste Patient war 8 Jahre, der älteste 74 Jahre alt (Abb. 12).

Abb. 12: Altersverteilung am Unfalltag



Der erste Häufigkeitsgipfel, die Gruppe der 16- bis 20-Jährigen, wird durch einen relativ hohen Prozentsatz von Moped- und Motorradunfällen bedingt. Der zweite Gipfel, die Altersgruppe zwischen 31 und 35 Jahren, wird in der Hauptsache von Arbeits- und Wegeunfällen hervorgerufen.

3.2. Unfallzeitpunkt

Ein Patient verunglückte 1949, alle anderen zwischen 1950 und 1976, die meisten seit 1970 (Tab. 7).

Tab. 7: Unfallzeitpunkt

Unfallzeitpunkt	n Patienten
vor 1950	1
1950 - 1959	5
1960 - 1969	54
seit 1970	146
Gesamt	206

3.3. Vorschaden der verletzten Tibia

Bei sechs Patienten bestand bei der jetzt traumatisierten Tibia ein Vorschaden (Tab. 8), der aber keinen Einfluß auf die Infektpseudarthrose hatte.

Tab. 8: Vorschaden

Vorschaden	n Patienten
Fraktur geschlossen	4
Fraktur offen	1
Poliomyelitis	1
Gesamt	6

3.4. Begleitverletzungen

127 Patienten erlitten ausschließlich eine Unterschenkelfraktur.79 Patienten waren polytraumatisiert und wiesen bis zu 4, insgesamt 111, Begleitverletzungen auf (Tab. 9 und 10).

Tab.9: Anzahl der Begleitverletzungen pro Patient

n Begleitverletzungen pro Patient	n Patienten
1	55
2	19
3	2
4	3
Gesamt	79

36 Schädeltraumata (32,4 %) und 29 Frakturen der unteren gegenseitigen Extremität (26,1 %) waren die häufigsten Arten der Begleitverletzungen (Tab. 10).

Tab. 10: Art der Begleitverletzung

	n Begleitverletzungen
Schädeltrauma	36
Fraktur untere Extremität gegenseitig	29
Fraktur obere Extremität	21
Thoraxtrauma	6
Bauchtrauma	3
Sonstige Fraktur	16
Gesamt	111

3.5. Bruchart und Seite

Es handelte sich um 155 offene und 53 geschlossene Frakturen (Tab. 11).

Tab. 11: Bruchart

Bruchart	n	Fälle
offen 1. Grades	37	
offen 2. Grades	41	
offen 3. Grades	28	
offen ohne Angabe	49	
offen gesamt	155	
geschlossen	53	
Gesamt	208	

In 103 Fällen war die linke, in 105 Fällen die rechte Tibia gebrochen (Tab. 12).

Tab. 12: Seite

Seite	n	Fälle
rechts	105	
links	103	
Gesamt	208	

3.6. Bruchform

Die häufigsten Bruchformen stellten die Trümmerfraktur in 90 Fällen (43,3 %) und die Querfraktur in 38 Fällen (18,3 %) dar (Tab. 13).

Tab. 13: Bruchform

Bruchform	n Fälle
Trümmerfraktur	90
Querfraktur	38
Spiralfraktur	17
Fraktur mit Biegungskeil	14
Fraktur in zwei Etagen	11
Schrägfraktur	9
ohne Angabe	29
Gesamt	208

3.7. Lokalisation der Fraktur

Das mittlere Schaftdrittel war 90 mal (43,3 %), das distale 68 mal (32,7 %) und das proximale 15 mal (7,2 %) betroffen (Tab. 14, Abb. 13a). Es gab 28 Übergänge, 7 Frakturen in 2 Schaftdritteln gleichzeitig und 11 Zwei-Etagen-Frakturen.

Tab. 14: Lokalisation

Lokalisation	n Fälle
Proximales Schaftdrittel	15
Übergang prox. / mittl. Drittel	7
Mittleres Schaftdrittel	90
Übergang mittl. / dist. Drittel	21
Distales Schaftdrittel	68
Prox. und mittl. Drittel	2
Mittl. und dist. Drittel	3
Prox. und dist. Drittel	2
Gesamt	208

Von den 11 Zwei-Etagen-Frakturen umfaßten 6 Fälle zwei Schaftdrittel, 4 Fälle lagen im mittleren und 1 Fall im distalen Drittel (Abb. 13b). In den 7 Fällen, bei denen zwei Schaftdrittel zusammen betroffen waren, kam zu den 6 Zwei-Etagen-Frakturen ein Trümmerbruch hinzu (Abb. 13c).

Abb. 13a: Lokalisation in einem Drittel und Übergänge

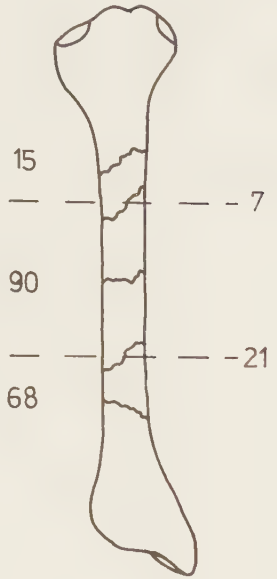


Abb. 13b: Zwei-Etagen-Frakturen

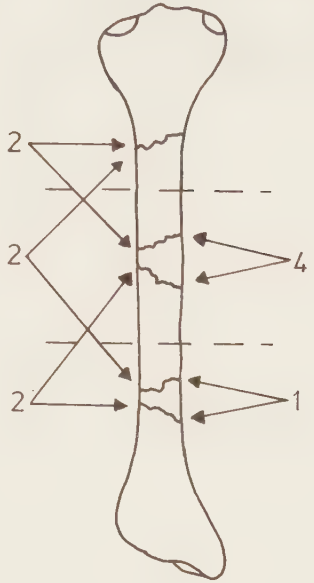
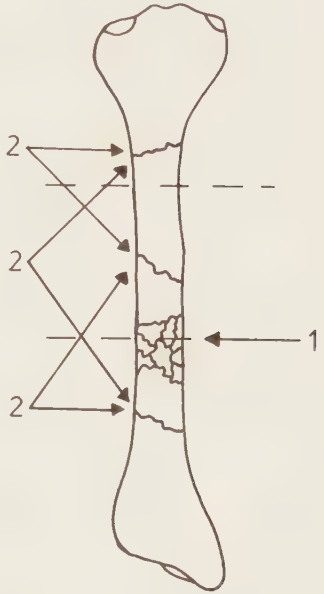


Abb. 13c: Lokalisation in zwei Dritteln



(Die Pfeile weisen auf Bruchstellen hin)

3.8. Beziehungen zwischen Bruchart, Bruchform und Lokalisation

In den folgenden 3 Tabellen werden je 2 Kriterien zueinander in Beziehung gesetzt:

1. Bruchart und Bruchform (Tab. 15)
2. Bruchart und Lokalisation (Tab. 16)
3. Bruchform und Lokalisation (Tab. 17)

	Trümmer-fraktur	Quer-fraktur	Spiral-fraktur	Biegungs-keil-fraktur	Zwei-Etagen-Fraktur	Schräg-fraktur	Fraktur ohne Angabe
offenen 1. Grades	15	16	1	0	2	1	2
offenen 2. Grades	22	2	3	6	3	1	4
offenen 3. Grades	21	2	0	3	1	1	0
offen ohne Angabe	18	9	3	1	1	2	15
geschlossen	14	9	10	4	4	4	8

Tab. 15: Bruchart der Bruchformen

	prox. Drittel	mittl. Drittel	dist. Drittel	Übergang prox./mittl. Drittel	Übergang mittl./dist. Drittel	prox.u. mittl. Drittel	mittl. u.dist. Drittel	prox. u.dist. Drittel
offen 1. Grades	5	25	4	0	1	0	0	2
offen 2. Grades	2	19	14	1	2	2	1	0
offen 3. Grades	4	11	7	2	3	0	1	0
offen ohne Angabe	4	18	17	2	8	0	0	0
geschlossen	0	17	26	2	7	0	1	0

Tab. 16: Lokalisation der Brucharten

	prox. Drittel	mittl. Drittel	dist. Drittel	Übergang prox./mittl. Drittel	Übergang mittl./dist. Drittel	prox.u. mittl. Drittel	mittl. u.dist. Drittel	prox. u.dist. Drittel
Trümmer-fraktur	11	31	37	3	7	0	1	0
Quer-fraktur	3	24	7	1	3	0	0	0
Spiral-fraktur	0	9	7	0	1	0	0	0
Biegungskeil-fraktur	0	9	3	1	1	0	0	0
Zwei-Etagen-Fraktur	0	4	1	0	0	2	2	2
Schräg-fraktur	0	3	2	1	3	0	0	0
Fraktur ohne Angabe	1	10	11	1	6	0	0	0

Tab. 17: Lokalisation der Bruchformen

3.9. Vorbehandlung

Als Vorbehandlungsmaßnahmen kamen am Unfalltag 66 Drahtextensionen, 28 Gipsverbände und 7 Wundversorgungen zur Anwendung (Tab. 18). Gipsverbände im Zusammenhang mit Drahtextensionen sind nicht berücksichtigt.

Tab. 18: Vorbehandlungsmaßnahmen

Maßnahmen	n	Fälle
Drahtextension	66	
Gips	28	
Wundversorgung	7	
keine Vorbehandlung bzw. ohne Angabe	107	
Gesamt	208	

Die Drahtextensionen lagen durchschnittlich 25 Tage (2 bis 90 Tage).
Sie wurden 17 mal bei geschlossenem und 49 mal bei offenem Bruch durchgeführt.
Das Anlegen eines Gipses erfolgte 7 mal bei geschlossenem und 21 mal bei offenem Bruch.

3.10. Primäre Versorgung

Zur primären Versorgung gehören alle Maßnahmen nach abgeschlossener Vorbehandlung bis zur Einleitung einer gezielten IP-Therapie.

"Selbst" heißt, daß eine der sechs Kliniken, die die IP-Behandlung durchführte, auch die Fraktur selbst primär versorgt hat (Tab. 19).

"Außerhalb" bedeutet, daß die Primärversorgung nicht von einer der sechs Kliniken vorgenommen wurde (Tab. 19).

Tab. 19: Ort und Art der Primärversorgung

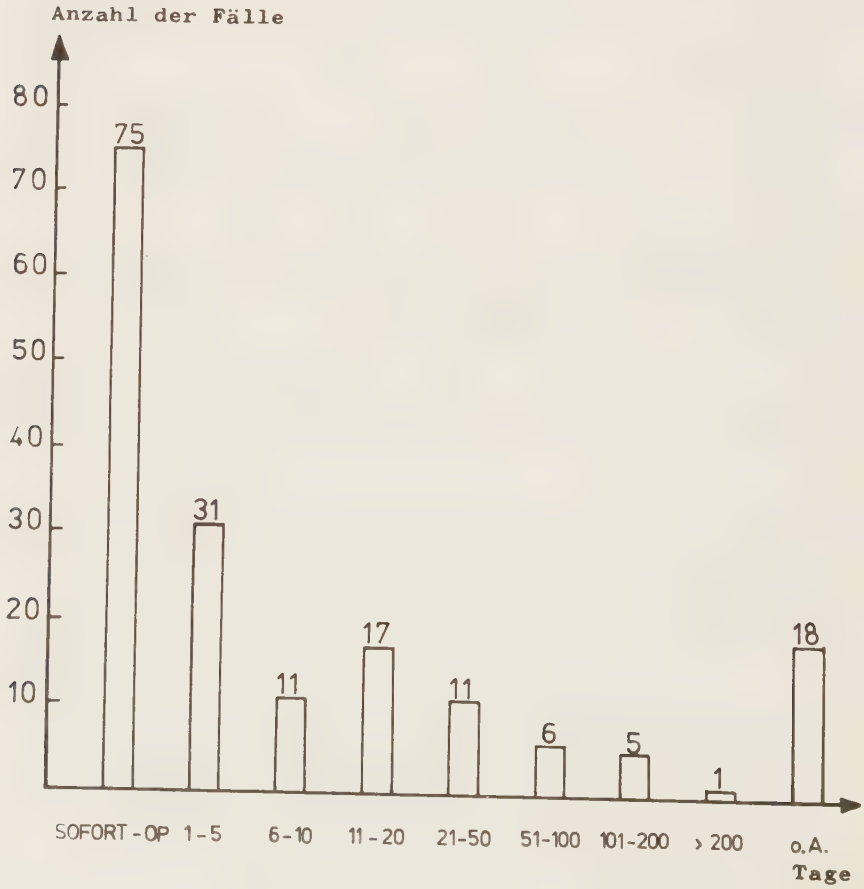
	n	Fälle
Selbst	36	
Außerhalb	172	
Gesamt	208	
Konservativ	33	
Operativ	175	
Gesamt	208	
Selbst konservativ	6	
Selbst operativ	30	
Außerhalb konservativ	27	
Außerhalb operativ	145	
Gesamt	208	

3.10.1. Zeitpunkt

Von den 175 operativen Fällen wurden 75 innerhalb der ersten 24 Stunden versorgt (Abb. 14).
Dazu entschied man sich "Selbst" 15 mal und "Außerhalb" 60 mal.

Abgesehen von den Sofortoperationen wurden die anderen Fälle durchschnittlich 25,1 Tage nach dem Unfall operiert. 127 Fälle (72,6 %) waren nach 2 Wochen bereits operativ versorgt. In einem Fall erfolgte die Operation nach 293 Tagen konservativer Behandlung.

Abb. 14: Zeitraum: Unfalltag - operative Versorgung



3.10.2. Versorgungsosteosynthesen

Im gesamten Versorgungszeitraum wurden 212 Osteosynthesen durchgeführt, eine erste Osteosynthese in 175 Fällen (Tab. 20), eine zweite in 34 Fällen (Tab.21) und eine dritte in 3 Fällen (Tab. 23).

3.10.2.1. Erste Versorgungsosteosynthese

Es kamen am häufigsten 84 Platten und 53 Marknägel zur Anwendung (Tab. 20).

Tab. 20: Erste Versorgungsosteosynthese

Osteosynthese	n	Fälle
Marknagel	47	
Marknagel und Cerclage	3	
Marknagel und Markdrahtung	2	
Marknagel und Platte	1	
Platte	47	
Platte und Zugschraube	33	
Platte und Cerclage	1	
Platte und Spananlagerung	1	
Platte und Zugschraube und Cerclage	1	
Fixateur externe	4	
Fibula pro Tibia	1	
Markdrahtung	8	
Markdrahtung und Cerclage	2	
Schrauben	10	
Schrauben und Cerclage	1	
Cerclage	10	
Cerclage und Spananlagerung	1	
Sonstige	2	
Gesamt	175	

Neben 141 stabilen Osteosynthesen wurden 34 instabile eingebracht (Marknagel und Cerclage, Platte und Span u.ä. als stabil gewertet). Von den 47 Markraumnagelungen, die die einzige Stabilisierung des Eingriffs darstellten, waren 18 offener, 15 geschlossener und 14 ohne Angabe der Art.

3.10.2.2. Zweite und dritte Versorgungsosteosynthese

Bei der zweiten Osteosynthese kamen am häufigsten 12 Platten und 10 Marknägel zur Anwendung (Tab.21).

Tab. 21: Zweite Versorgungsosteosynthese

Osteosynthese	n	Fälle
Marknagel	10	
Platte	11	
Platte und Spananlagerung	1	
Fixateur externe	4	
Fibula pro Tibia	1	
Cerclage	1	
Spananlagerung	4	
Sonstige	2	
Gesamt	34	

Neben 27 stabilen Osteosynthesen wurden 7 instabile Eingriffe vorgenommen.
Von den 10 Markraumnagelungen waren 6 offener, 2 geschlossener und 2 ohne Angabe der Art.

Die zweite Osteosynthese erfolgte 19 mal unter septischen und 10 mal unter aseptischen Bedingungen (5 mal ohne Angabe).

In allen 3 Fällen einer dritten Versorgungsosteosynthese handelte es sich um eine septische Marknagelung.

3.10.3. Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei der zweiten Versorgungsosteosynthese

Bei der Durchführung der zweiten Osteosynthese wurde das Verfahren 27 mal geändert und 7 mal wiederholt (5 mal erneute Markraumnagelung und 2 mal Plattenwechsel) (Tab.22).

Tab. 22: Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei der zweiten Versorgungsosteosynthese

1. Osteosynthese	2. Osteosynthese	n Fälle
Marknagel	Platte	5
Marknagel u. -drahtung	Cerclage	1
Marknagel u. Cerclage	Fibula pro Tibia	1
Platte	Fixateur externe	3
Platte	Spananlagerung	2
Platte	Platte u. Span	1
Platte	Marknagel	1
Platte	Sonstige	1
Platte u. Zugschraube	Marknagel	1
Platte u. Zugschraube	Fixateur externe	1
Platte u. Zugschraube	Sonstige	1
Fixateur externe	Marknagel	1
Markdrahtung	Marknagel	2
Schrauben	Platte	2
Cerclage	Platte	2
Cerclage	Spananlagerung	1
Schrauben	Spananlagerung	1
Marknagel	Marknagel	5
Platte	Platte	2
Gesamt		34

Es wurde somit, wenn man den Fall der Platte mit Spananlagerung als Methodenwechsel bewertet

- 2 mal erneut eine instabile Osteosynthese angewandt
- 5 mal eine stabile durch eine instabile Osteosynthese ersetzt
- 6 mal eine instabile durch eine stabile Osteosynthese ersetzt
- 21 mal erneut eine stabile Osteosynthese angewandt

3.10.4. Stabilisierungen bei den Fällen einer dritten Versorgungsosteosynthese

Bei den 3 Fällen mit dreimaliger Stabilisierung vor Beginn der IP-Behandlung wurden 6 Marknägel, 2 Platten und 1 mal Schrauben eingebracht (Tab. 23).

Tab. 23: Stabilisierungsgang

	1.Osteosynthese	2.Osteosynthese	3.Osteosynthese
Fall 1	Schrauben	Platte	Marknagel
Fall 2	Marknagel	Marknagel	Marknagel
Fall 3	Marknagel	Platte	Marknagel

3.10.5. Weichteileingriffe

In 40 Fällen waren 48 Eingriffe in den Unterlagen vermerkt: 41 plastische Deckungen und 7 sonstige Weichteileingriffe (Tab. 24).

Tab. 24: Weichteileingriffe

	n Eingriffe
1. Freie Plastik	
Spalthauttransplantat (THIERSCH)	20
REVERDIN-Transplantat	3
ohne Angabe der Art	2
	25
2. Gestielte Plastik	
Schwenklappen	8
Visierlappen	1
Cross-Leg	1
ohne Angabe der Art	1
	11
3. Plastische Deckung	
ohne Angabe der Art	5
4. Sonstige	
(Exzision, Abszeß-spaltung ...)	7
Gesamt	48

3.10.6. Sonstige operative Maßnahmen

Zu den Stabilisierungen und Weichteileingriffen kamen 48 weitere operative Maßnahmen hinzu:

- 23 Spül-Saug-Drainagen
- 13 Spongiosaplastiken
- 12 Sequestrotomien

4 Patienten wurden mit 2 Spül-Saug-Drainagen, 2 Patienten mit einer Spongiosaplastik und einer Sequestrotomie und 1 Patient mit 2 Sequestrotomien versorgt.

3.10.7. Spezielle Untersuchungen an einer Klinik

An einer Klinik (Nr. 6 mit 84 Fällen) war es möglich, die Liegezeiten der Metallimplantate und den Zeitpunkt ihrer Entfernung zu ermitteln.

A) Liegezeiten der Metallimplantate

Von den 84 Fällen wurden 12 Fälle konservativ behandelt. Die 72 Metallimplantate der ersten Osteosynthese lagen durchschnittlich 5,6 Monate. Der Zeitraum erstreckte sich von 0,5 bis 17,5 Monate (Marknagel) (Tab. 25).

Tab. 25: Liegezeiten der Implantate der 1. Osteosynthese

Zeit (Monate)	n Implantate
bis 1	3
1,1 - 2	8
2,1 - 3	5
3,1 - 4	9
4,1 - 6	15
6,1 - 8	10
8,1 - 10	1
10,1 - 12	4
12,1 - 15	3
15,1 und länger	1
ohne Angabe	13
Gesamt	72

Die durchschnittliche Liegezeit der verschiedenen Osteosynthesearten reichte von 3,0 bis 6,5 Monate (Tab. 26).

Tab. 26: Liegezeiten der Osteosynthesearten

Zeit (Monate)	n Osteosynthesen
6,5	37 Platten
5,0	20 Marknägel
3,0	4 Sonstige (stabil)
3,6	11 Sonstige(instabil)
Gesamt	72

Die 13 Implantate der zweiten Osteosynthese lagen durchschnittlich 5,25 Monate.

Eine Markraumnagelung erwies sich als Fehlversuch, der Nagel konnte nicht belassen werden.

Am längsten lag eine Platte (12 Monate).

Von den 3 Fällen einer dritten Osteosynthese entfielen 2 auf die gesondert betrachtete Klinik. Beide Marknägel, unter septischen Bedingungen eingebracht, wurden nach 0,5 Monaten herausgenommen.

B) Entfernung der Metallimplantate

Von den 72 Metallimplantaten wurden 33 zu verschiedenen Zeitpunkten der IP-Behandlung entfernt, 31 waren es bereits bei Beginn (Tab. 27).

Tab. 27: Entfernung der Metallimplantate

Zeitpunkt	n	Fälle
bereits entfernt	31	
1. op. Eingriff	27	
2. op. Eingriff	4	
4. op. Eingriff	1	
5. op. Eingriff	1	
ungewiß	8	
Gesamt	72	

3.10.8. Infektionsursache geschlossener Frakturen

Die häufigsten Infektionsursachen primär geschlossener Frakturen waren 21 Platten (39,6 %) und 13 Marknägel (24,5 %) (Tab. 28).

Tab. 28: Infektionsursache geschlossener Frakturen

Ursache	n Fälle
Platte	13
Platte und Zugschraube	8
Marknagel	12
Marknagel und Cerclage	1
Schrauben	8
Cerclage	6
Sonstige	4
Unbekannt	1
Gesamt	53

Die 4 sonstigen Ursachen setzten sich aus Metallentfernungen, einem Sturz und einer Punktion zusammen.

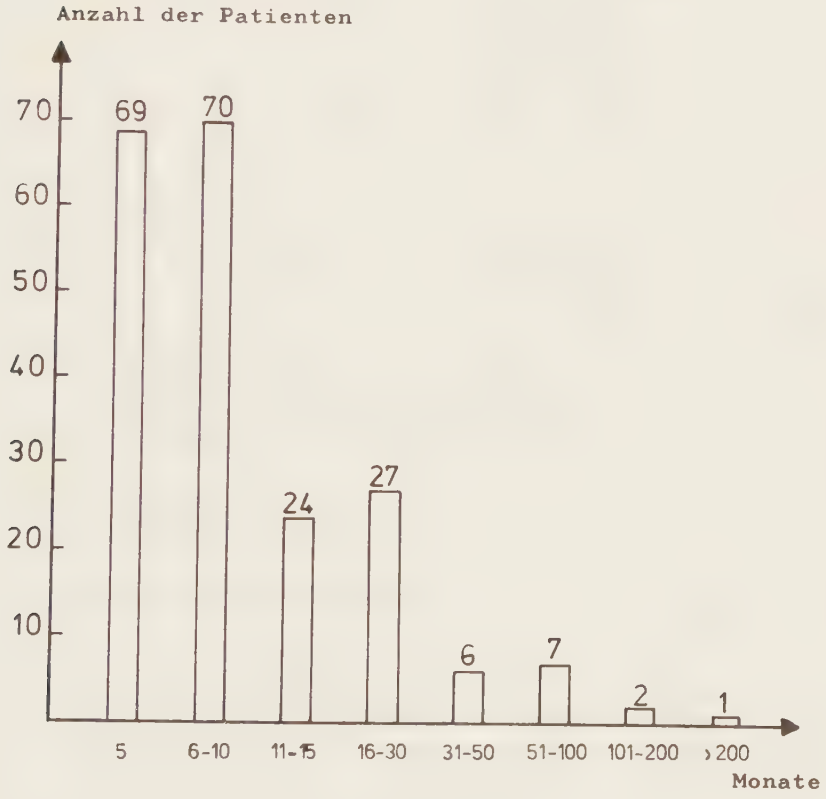
In 44 Fällen manifestierte sich die Infektion nach der ersten, in 4 Fällen nach der zweiten Osteosynthese (5 Fälle: ungewiß und Sonstige).

3.10.9. Zeitraum: Unfalltag - Beginn der IP-Behandlung

Der Zeitraum vom Unfalltag bis zum Beginn einer gezielten IP-Behandlung (Abb. 15) erstreckte sich zum Teil über Jahre.

Bei den meisten Patienten handelte es sich um auswärts vorbehandelte Frakturen, die zur speziellen Therapie überwiesen wurden. In einem Fall erfolgte das erst nach 16,8 Jahren.

Abb. 15: Zeitraum: Unfalltag - Beginn der IP-Behandlung



Die Häufigkeitsgipfel zeigen, daß 163 Patienten (79,1 %) innerhalb von 1 1/4 Jahren in Spezialbehandlung kamen.

3.11. Infektpseudarthrosenbehandlung

Der Zeitraum, in dem alle Fälle gezielt hinsichtlich einer Tibiaschaftinfektpseudarthrose behandelt wurden, reicht von 1950 bis 1976 (Tab. 29).

Tab. 29: Behandlungszeitraum

Klinik	Zeitraum
1	1950 - 1976
2	1967 - 1976
3	1970 - 1975
4	1966 - 1975
5	1968 - 1974
6	1969 - 1976
Gesamt	1950 - 1976

Obwohl 26 Jahre überschaut werden, ist die Zusammenfassung und geschlossene Auswertung gerechtfertigt, da der allergrößte Teil der Patienten erst nach 1965 verunglückte.

3.11.1. Operative Eingriffe und Maßnahmen (allgemein)

(In den folgenden Abschnitten werden operative Weichteileingriffe nicht mit gezählt).

Erläuterung: Unter einem "operativen Eingriff" wird hier eine vollständige, separate Operation verstanden. Sie kann eine oder mehrere "Maßnahmen", wie Stabilisierung, Spongiosaplastik, Sequestrotomie u.a. umfassen.

Bei den 206 Patienten wurden während des gesamten IP-Behandlungsganges zusammen 500 operative Eingriffe unternommen. Pro Operation kamen bis zu 3 verschiedene Maßnahmen zur Anwendung, bei allen Patienten insgesamt 732 (Tab.30).

Tab. 30: Operative Eingriffe und Maßnahmen

n	operative Eingriffe	n	Maßnahmen pro Eingriff	n	Maß-nahmen
321		1		321	
126		2		252	
53		3		159	
500				732	

Die 208 Tibiae wurden 500 mal operiert, eine Tibia zwang sogar zu 8 Operationen (Tab. 31).

Tab. 31: Operative Eingriffe

n	Tibiae	n	operative Eingriffe pro Tibia	n	operative Eingriffe
58		1		58	
66		2		132	
40		3		120	
17		4		68	
14		5		70	
5		6		30	
2		7		14	
1		8		8	
5		-		-	
208				500	

(" - ": Weichteileingriffe, nicht mitgezählt)

Während der ganzen Therapie wurden pro Tibia bis zu 10 Maßnahmen (verteilt auf mehrere Operationen) durchgeführt.
1 Maßnahme reichte nur in 14 Fällen aus, die meisten bedurften 2 bis 5 Maßnahmen (Tab. 32).

Tab. 32: Maßnahmen

n Tibiae	n Maßnahmen pro Tibia	n Maß-nahmen
14	1	14
45	2	90
51	3	153
42	4	168
27	5	135
11	6	66
5	7	35
4	8	32
1	9	9
3	10	30
5	-	-
208		732

(" - ": Weichteileingriffe, nicht mitgezählt)

3.11.2. Verlauf der IP-Behandlung

In den folgenden Tabellen wird der zeitliche Verlauf der IP-Behandlung, geordnet nach den aufeinanderfolgenden operativen Eingriffen und den dabei getroffenen Maßnahmen, dargestellt.

An 203 Tibiae erfolgten im ersten operativen Eingriff (= 203 op. Eingriffe) insgesamt 352 Maßnahmen, an 145 Tibiae im zweiten operativen Eingriff (= 145 op. Eingriffe) insgesamt 188 Maßnahmen usw. (Tab. 33)

Tab. 33: Erster bis achter operativer Eingriff

Eingriff	n Tibiae	n Maßnahmen
1	203	352
2	145	188
3	79	105
4	39	47
5	22	25
6	8	10
7	3	4
8	1	1
Gesamt	500	732

An 203 Tibiae wurden im ersten operativen Eingriff 352 Maßnahmen vorgenommen (Tab. 34). Sie setzten sich aus 133 ersten Stabilisierungen, 100 Sequestrotomien, 74 Spongiosaplastiken und 42 Spül-Saug-Drainagen zusammen. Bei 5 Tibiae beschränkte man sich nur auf Weichteileingriffe, bei 70 fand keine Stabilisierung statt, 3 Stabilisierungen bestanden aus je 2 Maßnahmen.

Tab. 34: Erster operativer Eingriff

n	Maßnahmen	n op.Eingriffe
1.	Stabilisierung	42
1.	Stabilisierung (Kombination v.2 Verfahren)	3
1.	Stabil.u.Sequestrotomie u.Spongiosaplastik	28
1.	Stabil.u.Sequestrotomie	20
1.	Stabil.u.Spongiosaplastik	19
1.	Stabil.u.Spül-Saug-Dr.u.Sequestrotomie	9
1.	Stabil.u.Spül-Saug-Drainage	8
1.	Stabil.u.Spül-Saug-Dr.u.Spongiosaplastik	3
1.	Stabil.u.homologe Spongiosaplastik	1
	Sequestrotomie	25
	Spongiosaplastik	14
	Spül-Saug-Drainage	13
	Sequestrotomie u. Spül-Saug-Drainage	9
	Sequestrotomie u. Spongiosaplastik	8
	Sequestrotomie u. homologe Spongiosaplastik	1
352		203

Ein zweiter operativer Eingriff war bei 145 Tibiae notwendig, es wurden insgesamt 188 Maßnahmen durchgeführt (Tab. 35). Sie setzten sich aus 29 ersten, 19 zweiten Stabilisierungen, 77 Spongiosaplastiken, 41 Sequestrotomien, 21 Spül-Saug-Drainagen und einer Knochenbohrung nach BECK zusammen. In der zweiten Operation wurden somit 48 Tibiae stabilisiert, bei 97 verzichtete man darauf.

Tab. 35: Zweiter operativer Eingriff

n	Maßnahmen	n op.Eingriffe
	1. Stabilisierung u. Spongiosaplastik	12
	1. Stabilisierung	10
	1. Stabil.u.Spongiosaplastik u.Sequestrotomie	3
	1. Stabilisierung u. Sequestrotomie	3
	1. Stabilisierung u.Spül-Saug-Drainage	1
	2. Stabilisierung	13
	2. Stabilisierung u. Spongiosaplastik	4
	2. Stabil.u.Spongiosaplastik u.Sequestrotomie	2
	Spongiosaplastik	48
	Sequestrotomie	20
	Spül-Saug-Drainage	15
	Sequestrotomie u. Spongiosaplastik	8
	Sequestrotomie u. Spül-Saug-Drainage	5
	Knochenbohrung nach BECK	1
188		145

Der dritte operative Eingriff bei 79 Tibiae erforderte 105 Maßnahmen:
10 erste, 14 zweite, 5 dritte Stabilisierungen, 30 Spongiosaplastiken, 24 Sequestrotomien, 20 Spül-Saug-Drainagen und eine Knochenbohrung nach BECK (Tab.36).
In der dritten Operation wurden also 29 Tibiae stabilisiert und 50 nicht. Eine dritte Stabilisierung bestand aus 2 Maßnahmen.

Tab. 36: Dritter operativer Eingriff

n	Maßnahmen	n	op.Eingriffe
1.	Stabilisierung	5	
1.	Stabilisierung u. Spongiosaplastik	4	
1.	Stabil.u.Sequestrotomie u.Spül-Saug-Dr.	1	
2.	Stabilisierung	8	
2.	Stabilisierung u.Spongiosaplastik	5	
2.	Stabilisierung u.Sequestrotomie	1	
3.	Stabil.u.Sequestrotomie u.Spongiosaplastik	2	
3.	Stabilisierung	1	
3.	Stabil. (Kombination von 2 Verfahren)	1	
3.	Stabil.u.Spongiosaplastik u.Spül-Saug-Dr.	1	
Spongiosaplastik		16	
Sequestrotomie		14	
Spül-Saug-Drainage		12	
Spül-Saug-Drainage u.Sequestrotomie		5	
Spül-Saug-Drainage u.Spongiosaplastik		1	
Sequestrotomie u. Spongiosaplastik		1	
Knochenbohrung nach BECK		1	
105		79	

Im vierten operativen Eingriff wurden bei 39 Tibiae 47 Maßnahmen durchgeführt:
3 erste, 3 zweite, 1 vierte Stabilisierung, 20 Spongiosaplastiken, 14 Sequestrotomien und 6 Spül-Saug-Drainagen (Tab. 37).
In der vierten Operation wurden die letzten Erststabilisierungen und die einzige vierte Stabilisierung angewendet. 32 Tibiae erfuhren keine Stabilisierung.

Tab. 37: Vierter operativer Eingriff

n	Maßnahmen	n op.Eingriffe
1.	Stabilisierung	1
1.	Stabil.u.Spongiosaplastik u.Sequestrotomie	1
1.	Stabilisierung u. Spongiosaplastik	1
2.	Stabilisierung	3
4.	Stabilisierung u. Spongiosaplastik	1
	Spongiosaplastik	15
	Sequestrotomie	10
	Spül-Saug-Drainage	4
	Sequestrotomie u. Spül-Saug-Drainage	1
	Sequestrotomie u. Spongiosaplastik	1
	Sequestrotomie u.Spongiosapl.u.Spül-Saug-Dr.	1
47		39

Im fünften operativen Eingriff wurden an 22 Tibiae 25 Maßnahmen unternommen, und zwar 4 zweite, 2 dritte Stabilisierungen, 10 Spongiosaplastiken, 5 Spül-Saug-Drainagen und 4 Sequestrotomien (Tab. 38).

In der fünften Operation erfolgten die letzten Drittstabilisierungen, 16 Tibiae erhielten keine Stabilisierung.

Tab. 38: Fünfter operativer Eingriff

n	Maßnahmen	n	op.Eingriffe
2.	Stabilisierung	4	
3.	Stabilisierung	1	
3.	Stabil.u.Sequestrotomie u.Spongiosapl.	1	
	Spongiosaplastik	8	
	Spül-Saug-Drainage	5	
	Sequestrotomie	2	
	Sequestrotomie u. Spongiosaplastik	1	
25		22	

Im sechsten operativen Eingriff kamen 2 weitere zweite Stabilisierungen hinzu und 5 Spongiosaplastiken, 2 Sequestrotomien und 1 Spül-Saug-Drainage zur Anwendung (Tab. 39). 6 Tibiae wurden nicht stabilisiert.

Tab. 39: Sechster operativer Eingriff

n	Maßnahmen	n	op. Eingriffe
2.	Stabilisierung	1	
2.	Stabil. u.Sequestrotomie u.Spongiosapl.	1	
	Spongiosaplastik	4	
	Sequestrotomie	1	
	Spül-Saug-Drainage	1	
10		8	

Im siebten und achten operativen Eingriff wurden die letzte zweite Stabilisierung, kombiniert mit einer Spongiosaplastik, 2 Sequestrotomien und eine getrennte Spongiosaplastik, damit insgesamt 5 Maßnahmen in 4 operativen Eingriffen, durchgeführt.

3.11.3. IP-Behandlung ohne Stabilisierung

Während des gesamten IP-Behandlungsganges kam in 33 Fällen keine Stabilisierung zur Anwendung. In 5 Fällen beschränkte man sich nur auf Weichteileingriffe, in 28 Fällen auf sonstiges operatives Vorgehen. Dies setzte sich aus 24 autologen und 1 homologen Spongiosaplastik, 23 Sequestrotomien, 21 Spül-Saug-Drainagen und 2 Knochenbohrungen nach BECK zusammen, insgesamt 76 Maßnahmen in 61 getrennten Operationen (Tab.40).

Tab. 40: Behandlung ohne Stabilisierung

	n Maßnahmen
Spongiosaplastik (autolog)	24
Spongiosaplastik (homolog)	1
Sequestrotomie	23
Spül-Saug-Drainage	21
BECK'sche Knochenbohrung	2
Weichteileingriffe	5
Gesamt	76

3.11.4. Stabilisierungen

Im Verlauf der IP-Behandlung wurden 175 Fälle einmal, 43 Fälle zweimal, 7 Fälle dreimal und 1 Fall viermal stabilisiert, zusammen 226 Stabilisierungen mit 230 stabilisierenden Maßnahmen (Tab. 41).

Tab. 41: Stabilisierungen

n Stabilisierungen pro Tibia	n Fälle
1	175
2	43
3	7
4	1
Stabilisierungen gesamt	226

Bei der ersten Stabilisierung kamen am häufigsten der Fixateur externe (69,7 %), die Platte (15,2 %) und der Marknagel (6,7 %) zur Anwendung. Da von den 175 stabilisierten Tibiae 3 Fälle durch Kombination zweier Verfahren (Platte und Span, Markdrahtung und Span, Schrauben und Span) versorgt wurden, ergeben sich 178 stabilisierende Maßnahmen bei 175 Stabilisierungen (Tab. 42).

Tab. 42: Erste Stabilisierung

	n	Maßnahmen
Fixateur externe	124	
Platte	27	
Marknagel	12	
Fibula pro Tibia	6	
Spananlagerung	4	
Markdrahtung	2	
Schrauben	2	
Cerclage	1	
Gesamt	178	

Es handelte sich somit um 9 instabile und 169 stabile Osteosynthesen.

Bei der zweiten Stabilisierung wurde der Fixateur externe 25 mal (58,1 %), die Platte 12 mal (27,9 %) und das Fibula pro Tibia-Verfahren 4 mal (9,3 %) verwendet, 2 Osteosynthesen waren instabil und 41 stabil (Tab. 43).

Tab. 43: Zweite Stabilisierung

	n	Maßnahmen
Fixateur externe	25	
Platte	12	
Fibula pro Tibia	4	
Schrauben	1	
Spananlagerung	1	
Gesamt	43	

Bei der dritten Stabilisierung entschied man sich 5 mal für den Fixateur externe, 1 mal für die Kombination Fixateur externe mit Spananlagerung und 1 mal für die Platte. Damit wurden 1 instabile und 7 stabile Osteosynthesen, 8 stabilisierende Maßnahmen in 7 operativen Eingriffen durchgeführt (Tab. 44).

Tab. 44: Dritte Stabilisierung

	n	Maßnahmen
Fixateur externe	6	
Platte	1	
Spananlagerung	1	
Gesamt	8	

Im einzigen Fall einer vierten Stabilisierung wurde der Fixateur externe angelegt. Bei diesem Patienten verlief der Stabilisierungsgang in der Reihenfolge:

Fixateur ext. - Marknagel - Fixateur ext. - Fixateur ext.

3.11.5. Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei mehrmaliger Stabilisierung

Bei der Anwendung der zweiten Stabilisierung wurde das Verfahren 23 mal geändert und 20 mal wiederholt (16 mal erneut ein Fixateur externe, 3 mal Plattenwechsel und 1 mal Wiederholung des Fibula pro Tibia-Verfahrens) (Tab. 45).

Tab. 45: Verfahrenswechsel bzw. -beibehaltung bei der zweiten Stabilisierung

1. Stabilisierung	2. Stabilisierung	n Fälle
Fixateur externe	Platte	8
Fixateur externe	Fibula pro Tibia	2
Fixateur externe	Schrauben	1
Marknagel	Fixateur externe	5
Platte	Fixateur externe	3
Platte	Spananlagerung	1
Markdrahtung	Fixateur externe	1
Schrauben	Platte	1
Spananlagerung	Fibula pro Tibia	1
Fixateur externe	Fixateur externe	16
Platte	Platte	3
Fibula pro Tibia	Fibula pro Tibia	1
Gesamt		43

Bei der Durchführung der zweiten Stabilisierung wurde:
2 mal eine stabile durch eine instabile Osteosynthese ersetzt,
3 mal eine instabile durch eine stabile Osteosynthese ersetzt,
38 mal erneut eine stabile Osteosynthese angewandt.

Bei der dritten Stabilisierung wurde 3 mal die Methode geändert und 4 mal wiederholt, wenn man den Äußeren Festhalter in Kombination mit Spananlagerung als Verfahrenswechsel wertet. (Tab. 46).

Tab. 46: Stabilisierungsgang

1. Stabilisierung	2.Stabilisierung	3.Stabilisierung	n Fälle
Platte	Platte	Fixateur externe	1
Platte	Fixateur externe	Fixateur externe	1
Fixateur externe	Platte	Platte	1
Fixateur externe	Fibula pro Tibia	Fixateur externe	1
Fixateur externe	Fixateur externe	Fixateur ext.u. Spananlagerung	1
Fixateur externe	Fixateur externe	Fixateur externe	2
Gesamt			7

Die vierte Stabilisierung war nötig, um einen gelockerten Fixateur externe durch einen anderen zu ersetzen.

3.11.6. Übersicht: Behandlungsmaßnahmen

Berücksichtigt man die Weichteile, fanden während der IP-Behandlung 832 Maßnahmen Anwendung: 100 Weichteil-, 230 stabilisierende und 502 sonstige operative Maßnahmen (Tab. 47).

Tab. 47: Behandlungsmaßnahmen

	n
Weichteilmaßnahmen	100
Stabilisierungen	230
Sonstige	502
Gesamt	832

Am häufigsten wurden bei den Stabilisierungen Fixateur externe (156), Platte (40), Marknagel (12), bei den sonstigen operativen Maßnahmen autologe Spongiosaplastik (216), Sequestrotomie (187) und Spül-Saug-Drainage (95) durchgeführt (Tab. 48).

Tab. 48: Stabilisierende und sonstige operative Maßnahmen

I: Stabilisierende Maßnahmen	II: Sonstige Maßnahmen
156 mal Fixateur externe	216 mal Autol.Spongiosapl.
40 mal Platte	187 mal Sequestrotomie
12 mal Marknagel	95 mal Spül-Saug-Drainage
10 mal Fibula pro Tibia	2 mal Homologe Spongiosaplastik
6 mal Spananlagerung	
3 mal Schrauben	2 mal Knochenbohrung nach BECK
2 mal Markdrahtung	
1 mal Cerclage	
230 Maßnahmen	502 Maßnahmen
Gesamt (I und II): 732 Maßnahmen	

3.11.7. Stabilisierende Maßnahmen

A) Der Fixateur externe wurde 156 mal (67,8 % der Osteosynthesemaßnahmen) benutzt, in der ersten (124), zweiten (25), dritten (6) und vierten (1) Stabilisierung (Tab.49).

Tab. 49:

	n
1. Stabilisierung	124
2. Stabilisierung	25
3. Stabilisierung	6
4. Stabilisierung	1
Gesamt	156

Er fand in 116 Fällen einmal, in 14 Fällen zweimal und in 4 Fällen dreimal Verwendung (Tab. 50).

Tab. 50:

n	Fälle	n
116	einmal	116
14	zweimal	28
4	dreimal	12
Gesamt		156

Die äußere Fixierung wurde eindimensional (WAGNER-Apparat), zwei- und dreidimensional angebracht (Tab. 51).

Tab. 51:

Dimension	n
1	3
2	125
3	13
ohne Angabe	15
Gesamt	156

Die zweidimensionale Anordnung überwog, da diese klassische Form der äußeren Stabilisierung in dem untersuchten Zeitraum an allen Kliniken angewendet wurde. Erst in den letzten Jahren hat die dreidimensionale Fixierung, heute am häufigsten durchgeführt, an Bedeutung gewonnen.
Zur zweidimensionalen Fixierung wurden 2, 3 und in 84 % der Fälle 4 STEINMANN-Nägel eingeführt (Tab. 52).

Tab. 52: Anzahl der STEINMANN-Nägel bei der zweidimensionalen Fixierung

n Nägel	n
2	2
3	7
4	105
ohne Angabe	11
Gesamt	125

In 106 Operationen war der Fixateur externe mit anderen Verfahren kombiniert, in 50 Eingriffen stellte er die einzige Maßnahme dar (Tab. 53).

Tab. 53:

Kombination	n
Spongiosaplastik	31
Spongiosaplastik u.Sequestrotomie	31
Sequestrotomie	23
Sequestrotomie u.Spül-Saug-Drainage	10
Spül-Saug-Drainage	5
Spongiosaplastik u.Spül-Saug-Drainage	4
Spananlagerung	1
homologe Spongiosaplastik	1
ohne Kombination	50
Gesamt	156

B) Die Platte (AO) steht bei einer Anwendung in 17,4 % der Osteosynthesemaßnahmen nach dem Fixateur externe an zweiter Stelle.

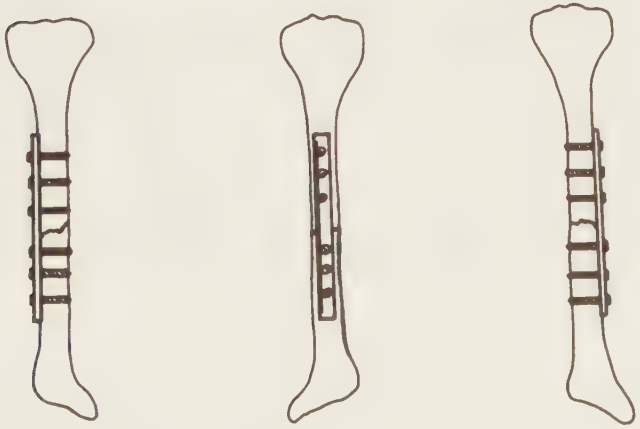
Sie wurde 27 mal in der ersten, 12 mal in der zweiten und 1 mal in der dritten Stabilisierung angelegt.

32 Fälle erhielten je eine und 4 Fälle je zwei Platten.

Die Plattenosteosynthese war 20 mal alleinige Maßnahme des Eingriffs, 11 mal kombiniert mit Spongiosaplastik, 7 mal mit Spongiosaplastik und Sequestrotomie, 1 mal mit Spül-Saug-Drainage und 1 mal gekoppelt mit Spananlagerung.

16 Platten lagen an der lateralen, 15 an der dorsalen (!) und 6 an der medialen Tibiafläche (3 Platten ohne Angabe (Abb. 16).

Abb. 16: Plattenlage



16 15 6

Die verwendete Plattenlänge erstreckte sich von der 5-Loch-Platte bis zur 14-Loch-Platte, wobei die Platte mit 8 Schrauben am gebräuchlichsten war (Tab. 54).

Tab. 54: Plattenlänge

Länge	n
5-Loch-Platte	1
6-Loch-Platte	2
7-Loch-Platte	5
8-Loch-Platte	8
9-Loch-Platte	5
10-Loch-Platte	7
12-Loch-Platte	3
14-Loch-Platte	3
ohne Angabe	6
Gesamt	40

C) Der Marknagel fand ausschließlich in der ersten Stabilisierung Anwendung.
Er war 9 mal die einzige Maßnahme des operativen Eingriffs und 3 mal mit dem Einlegen einer Spül-Saug-Drainage verbunden.
Allgemein entschlossen sich die Operateure für dünne Nägel (Tab. 55).

Tab. 55: Nagelgröße

Querschnitt (mm)	Länge (mm)	n
12	330	1
11	380	1
11	360	2
11	330	2
11	300	1
10	360	1
9	ohne Angabe	1
ohne Angabe	ohne Angabe	3
Gesamt		12

D) Das Fibula pro Tibia - Verfahren wurde 6 mal als erste und 4 mal als zweite Stabilisierung durchgeführt.

Es kam in 1 Fall zweimal, in den übrigen Fällen je einmal zur Anwendung.

7 mal war diese Osteosynthese alleinige Maßnahme der Operation, 3 mal erfolgte eine zusätzliche Spongiosaplastik.

E) Zur Spananlagerung entschied man sich 4 mal bei der ersten, 1 mal bei der zweiten und 1 mal bei der dritten Stabilisierung. Das Einbringen des Spanes war 1 mal die einzige operative Maßnahme, in den übrigen Fällen war der Span jeweils kombiniert mit Fixateur externe, Platte, Markdrahtung, Schrauben und Spongiosaplastik.

F) Schrauben wurden 2 mal in der ersten und 1 mal in der zweiten Stabilisierung, 1 mal als einzige Maßnahme und je 1 mal in Kombination mit Spananlagerung und Spongiosaplastik angewendet.

G) Von den 2 Markdrahtungen war eine mit Spananlagerung und die andere mit Sequestrotomie verknüpft, beide Verdrahtungen kamen in der ersten Stabilisierung zur Durchführung.

H) Die einzige Cerclage war bei der ersten Stabilisierung alleinige Maßnahme der Operation.

3.11.8. Sonstige operative Maßnahmen

A) 218 Spongiosaplastiken, 2 homologe und 216 autologe, machten 43,4 % der sonstigen operativen Maßnahmen aus.

a) Autologe Spongiosaplastik kam zusammen mit dem ersten bis vierten Stabilisierungseingriff pro Tibia (89) und kombiniert mit anderen sonstigen Maßnahmen (21) zur Anwendung, auch stellte sie die einzige Eingriffsmaßnahme (106) dar (Tab. 56).

Tab. 56:

Kombination	n
1. Stabilisierung	71
2. Stabilisierung	13
3. Stabilisierung	4
4. Stabilisierung	1
	89
Sequestrotomie	19
Sequestrotomie und Spül-Saug-Drainage	1
Spül-Saug-Drainage	1
	21
ohne Kombination	106
Gesamt	216

Sie wurde in 109 Fällen einmal, in 38 Fällen zweimal, in 5 Fällen dreimal und in 4 Fällen viermal verwendet (Tab. 57).

Tab. 57:

n	Fälle	n
109	einmal	109
38	zweimal	76
5	dreimal	15
4	viermal	16
Gesamt		216

b) Beide homologen Spongiosaplastiken wurden bei verschiedenen Patienten im ersten operativen Eingriff, 1 mal im Zuge der ersten Stabilisierung und 1 mal in Kombination mit Sequestrotomie eingebracht.

Zusammenfassung: 158 Tibiae versorgte man mit 218 Spongiosaplastiken.

B) Die Sequestrotomie war die zweithäufigste "sonstige" operative Maßnahme (37,3 %). Sequestrotomiert wurde beim ersten bis dritten Stabilisierungseingriff pro Tibia (72) und im Verlauf anderer Eingriffe (41), die alleinige Entfernung von Sequestern indizierte ebenso zur Operation (Tab. 58).

Tab. 58:

Kombination	n
1. Stabilisierung	65
2. Stabilisierung	4
3. Stabilisierung	3
	72
Spül-Saug-Drainage	20
Spongiosaplastik (autolog)	19
Spongiosaplastik und Spül-Saug-Drainage	1
Spongiosaplastik	1
	41
ohne Kombination	74
Gesamt	187

Eine einmalige Sequestrotomie reichte nur in 95 Fällen aus. In 27 Fällen war sie zweimal, in 7 Fällen dreimal, in 3 Fällen viermal und in 1 Fall sogar fünfmal notwendig (Tab. 59).

Tab. 59:

n	Fälle	n
95	einmal	95
27	zweimal	54
7	dreimal	21
3	viermal	12
1	fünfmal	5
Gesamt		187

Zusammenfassung: Bei 133 Tibiae mußten 187 Sequestrotomien durchgeführt werden.

C) Der Anteil der Spül-Saug-Drainage bei den "sonstigen" Maßnahmen belief sich auf 18,9 %. Sie wurde bei der ersten und dritten Stabilisierung (23), in Kombination mit anderen Maßnahmen (22) und separat (50) eingelegt (Tab. 60).

Tab. 60:

Kombination	n
1. Stabilisierung	22
3. Stabilisierung	1
	23
Sequestrotomie	20
Spongiosaplastik	1
Spongiosaplastik und Sequestrotomie	1
	22
ohne Kombination	50
Gesamt	95

In 46 Fällen entschloß man sich zu einer, in 14 Fällen zu zwei, in 1 Fall zu drei, in je 2 Fällen zu vier und fünf Drainagen (Tab.61).

Tab. 61:

n Fälle		n
46	einmal	46
14	zweimal	28
1	dreimal	3
2	viermal	8
2	fünfmal	10
Gesamt		95

52 mal wurde nach dem geschlossenen, 37 mal nach dem offenen Verfahren drainiert (Tab. 62).

Tab. 62:

	n
geschlossen	52
offen	37
ohne Angabe	6
Gesamt	95

Antibiotika waren 32 Spülungen beigemischt(Polybactrin, Nebacetin, Cephalotin, Refobacin, Fucidine, Reverin). 24 Spül-Saug-Drainagen enthielten keine Zusätze, 39 mal fehlten die Angaben.

Die Drainagen lagen durchschnittlich 17,8 Tage (3 bis 70 Tage).
Zusammenfassung: 65 Tibiae erhielten 95 Spül-Saug-Drainagen.

D) Beide Knochenbohrungen nach BECK erfolgten bei demselben Patienten als einzige Maßnahme des Eingriffs.

3.11.9. Weichteileingriffe

In 80 Fällen wurden insgesamt 100 Weichteileingriffe (pro Fall bis zu 4) ausgeführt (Tab. 63).

Tab. 63:

n Fälle	n Eingriffe pro Fall	n Eingriffe
64	1	64
13	2	26
2	3	6
1	4	4
Gesamt		100

Es handelte sich um 74 plastische Deckungen und 26 sonstige Eingriffe (Tab. 64).

Tab. 64:

	n Eingriffe
1. Freie Plastik	
Spalthauttransplantat (THIERSCH)	48
REVERDIN-Transplantat	11
Vollhauttransplantat	1
ohne Angabe der Art	4
	64
2. Gestielte Plastik	
Schwenklappen	5
Cross-Leg	2
Visierlappen	1
ohne Angabe der Art	2
	10
3. Sonstige (Abszeßspaltung, Fistelrevision ...)	26
Gesamt	100

3.11.10. Spezielle Untersuchung an einer Klinik: Liegezeiten der Stabilisierungsimplantate

Untersucht wurden dieselben Fälle wie im Abschnitt 3.10.7. (Klinik Nr.6, 84 Fälle).
Vom Einsetzen aller Metallimplantate bis zu ihrer Entfernung vergingen durchschnittlich 4,7 Monate.
Die Implantate der ersten Stabilisierung lagen durchschnittlich 5,3 Monate (0,5 bis 27 Monate), die der zweiten 4,4 Monate (1,5 bis 11 Monate), die der dritten 4,0 Monate (1,5 bis 9 Monate) und der Fixateur externe der vierten Stabilisierung wurde nach 5 Monaten entfernt(Tab.65).

Tab. 65: Liegezeiten der ersten bis vierten Stabilisierung

Stabilisierung	von ... bis (Monate)	Durchschnitt(Monate)
1	0,5 ... 27	5,3
2	1,5 ... 11	4,4
3	1,5 ... 9	4,0
4	5	5,0
Gesamtdurchschnitt		4,7

Im Hinblick auf die häufigsten Stabilisierungsmaßnahmen ergeben sich beträchtliche Unterschiede in der durchschnittlichen und auch maximalen Liegedauer (Tab. 66).

Tab. 66: Liegezeit der häufigsten Stabilisierungsmaßnahmen

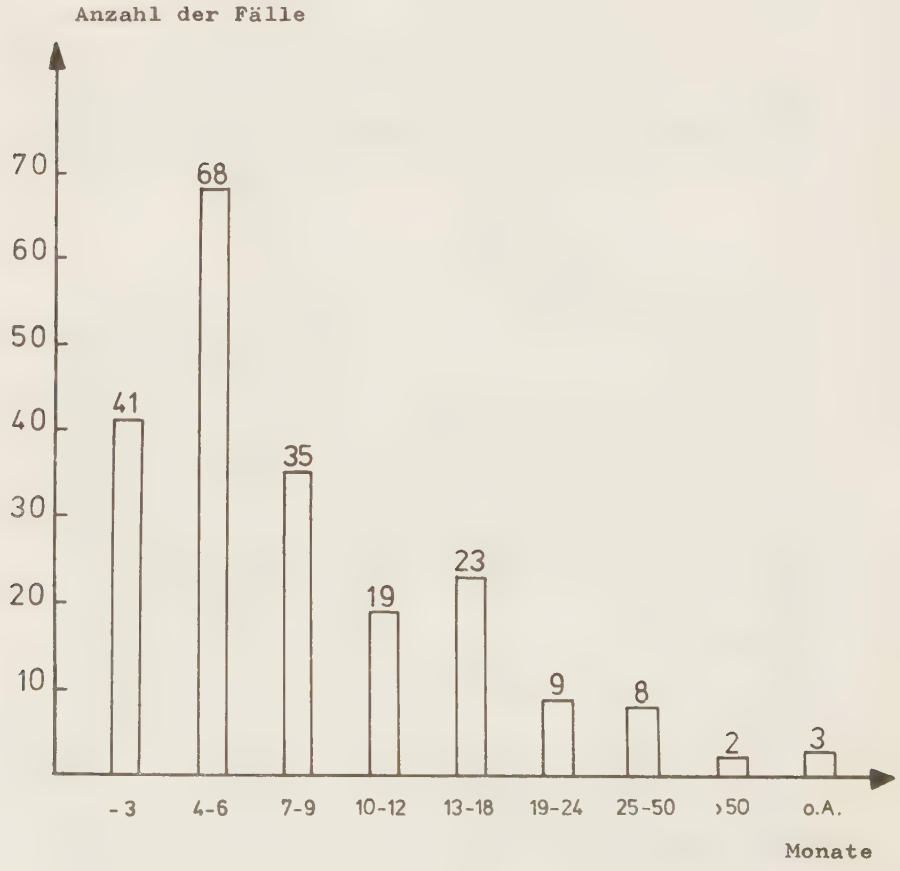
Stabilisierung	Durchschnitt(Monate)	Maximum (Monate)
Fixateur externe	3,7	10
Marknagel	8,4	18
Platte	8,6	27

3.11.11. Dauer der IP-Behandlung

Durchschnittlich befanden sich die Patienten 9,0 Monate in stationärer Behandlung.

Es sind hier alle Patienten erfaßt, diejenigen mit erfolgreicher Behandlung und solche, bei denen eine weitere ambulante Betreuung notwendig war. Auch die amputierten Patienten werden aufgeführt, wobei zu sagen ist, daß die Amputation als ultima ratio immer sehr spät vorgenommen wurde.
Ein Patient konnte bereits nach etwas mehr als 2 Monaten entlassen werden, die längste Behandlung erstreckte sich über 53 Monate (Abb. 17).

Abb. 17: Dauer der IP-Behandlung



52,4 % der Fälle hatten die Klinik innerhalb eines halben Jahres, weitere 26 % innerhalb eines Jahres wieder verlassen (zusammen 78,4 %). Bei 21,6 % der Fälle dauerte die Behandlung länger als 12 Monate.

4. ERGEBNISSE

Die Patienten stellten sich durchschnittlich 4,2 Jahre (8 Monate bis 15,3 Jahre) nach dem Unfalltag zur Nachuntersuchung vor.
Dies entspricht in der Regel einem Zeitraum von 2 bis 2,5 Jahren nach der stationären Entlassung.

In 11 Fällen (davon 1 Amputierter) war eine Nachuntersuchung unmöglich (Terminschwierigkeiten, Todesfall, Wohnungswechsel..).
Somit standen 197 Fälle von 195 Patienten zur Auswertung an.

4.1. Gangbild

111 Patienten (56,9 %) zeigten ein gutes, 28 Patienten (14,4 %) ein schlechtes Gangbild. 35 Patienten erschienen zur Nachuntersuchung mit Stock, 21 amputierte Patienten mit Prothese (Tab. 67).

Tab. 67: Gangbild

	n Patienten
gut	111
schlecht	28
Stock	35
Prothese	21
Gesamt	195

4.2. Fehlstellungen

64 Fälle (32,5 % der nachuntersuchten Fälle) wiesen eine Fehlstellung auf: 40 Varus-, 14 Valgusfehlstellungen, 6 Fälle mit Außen- und 4 Fälle mit Innenrotation.

Dabei reichte das Ausmaß der Fehlstellung von 5° bis 35° (Tab. 68).

Tab. 68: Fehlstellungen

	5°	10°	15°	20°	35°	n Fälle
Varus	19	14	5	2	-	40
Valgus	9	4	1	-	-	14
A-Rot.	1	2	-	2	1	6
I-Rot.	-	1	-	3	-	4
Gesamt						64

4.3. Röntgen- und Weichteilbefund

Der Röntgen- und Weichteilbefund wurde bei 176 Fällen erhoben (32 Fälle nicht nachuntersucht bzw. amputiert).

In den nachstehenden Tabellen gelten folgende Bezeichnungen:

A = knöchern durchbaut, belastungsstabil
B = wie A mit Defekt, Mulde
C = in knöcherner Durchbauung begriffen
D = fortbestehende Pseudarthrose
I = ohne Fistel, reizlose Narbe
II = gelegentlich kleine Fistel, reizlos
III = permanente Fistel
IV = permanente stärkere Fistel
V = gelegentliche Rötung und Überwärmung
VI = rezidivierender akuter Infekt
X = amputiert

Tab. 69: Röntgenbefund

Röntgenbefund	n	Fälle
A	119	
B	34	
C	17	
D	6	
X	21	
Gesamt	197	

Tab. 70: Weichteilbefund

Weichteilbefund	n	Fälle
I	97	
II	31	
III	28	
IV	4	
V	15	
VI	1	
X	21	
Gesamt	197	

Tab. 71 Röntgen- und Weichteilbefunde

	I	II	III	IV	V	VI	n	Röntgenbefunde
A	80	21	11	1	6	-	119	
B	8	4	10	3	9	-	34	
C	7	5	4	-	-	1	17	
D	2	1	3	-	-	-	6	
n Weichteil-befunde	97	31	28	4	15	1	176	
amputiert							21	
Gesamt							197	Fälle

Betrachtet man
hinsichtlich des Röntgenbefundes
A, B und C: als erfolgreiche Behandlung,
D: als erfolglose Behandlung,
hinsichtlich des Weichteilbefundes
I, II, und V: als erfolgreiche Behandlung,
III,IV und VI:als erfolglose Behandlung,

ergibt sich zusammenfassend:

1. erfolgreiche Behandlung bezüglich Röntgen- und Weichteilbefund in 140 Fällen (67,3 % aller Fälle)
2. erfolgreiche Behandlung bezüglich Röntgenbefund, jedoch mit Weichteilschäden, in 30 Fällen (14,4 %)
3. erfolglose Behandlung bezüglich Röntgenbefund, zum Teil mit Weichteilschäden, in 6 Fällen (2,9 %)
4. Amputation bzw. keine Nachuntersuchung in 32 Fällen (15,4 %)

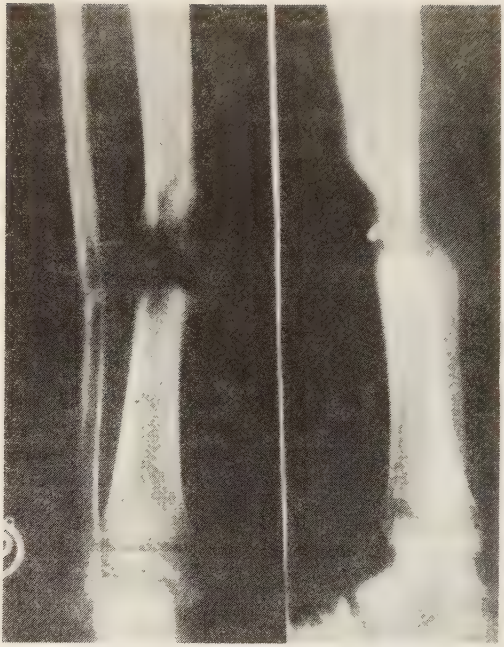


Abb. 18a

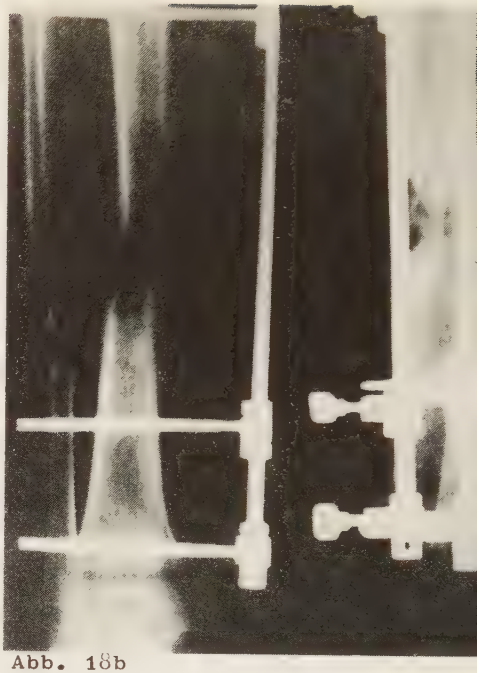


Abb. 18b

Abb.18c

Abb. 18: Behandlung einer Infektpseudarthrose mit dem Fixateur externe

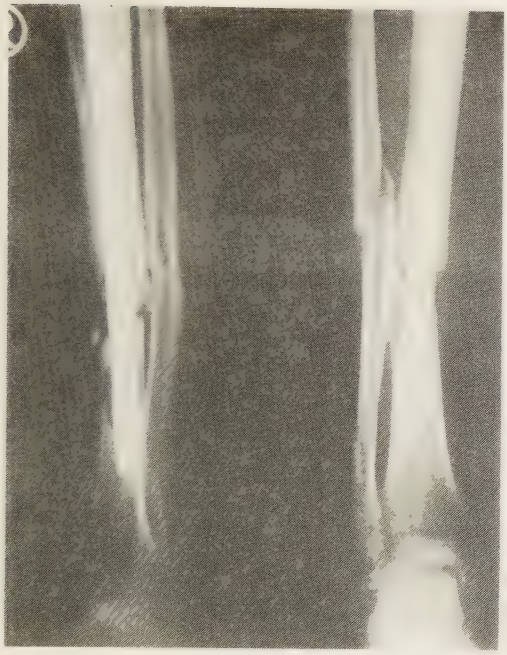


Abb. 19a: Erfolglose Marknagelung einer Infektpseudarthrose

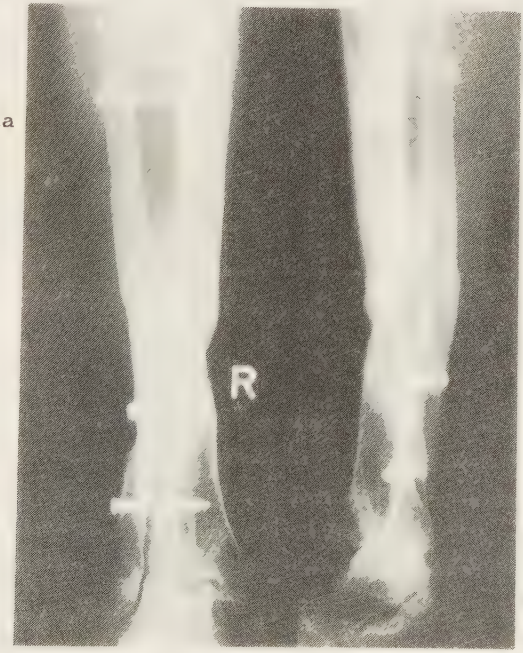


Abb. 19b: Erfolgreiche Behandlung mit dem Fibula pro Tibia-Verfahren

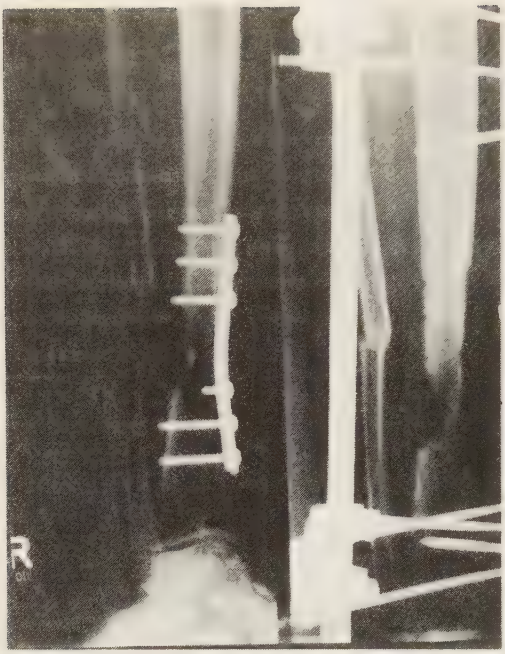


Abb. 20a

Abb. 20 b

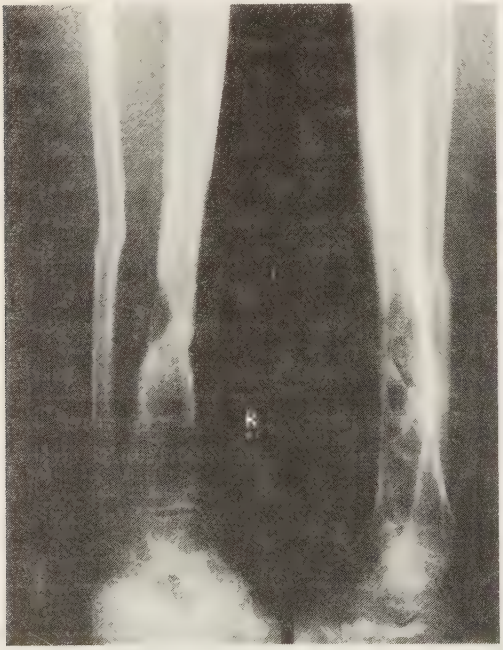


Abb. 20c

Abb. 20: Erfolglose Behandlung einer Infektpseudarthrose mit der Platte, gutes Ergebnis mit dem Äußeren Festhalter

4.4. Funktionelles Ergebnis

Kniegelenk, oberes Sprunggelenk, unteres Sprunggelenk und Zehen der betroffenen Extremität wurden auf Funktionsbeeinträchtigungen nachuntersucht.

Beim Knie- und oberen Sprunggelenk kam die Neutral-O-Methode zur Anwendung.

Beim unteren Sprunggelenk und den Zehen wurden die Bruchteile der Behinderung angeführt.

A) Kniegelenk

Bei den 22 Amputationen waren 8 Oberschenkelamputationen zu verzeichnen. Von den erhaltenen 14 Kniegelenken entfällt eines auf die 11 nicht nachuntersuchten Fälle. Die restlichen Fälle wiesen 11 zum Teil ungünstige Ergebnisse auf: 7 nicht belastbare (ruhiggestellte) Gelenke und 4 Versteifungen.

a) Strecken

127 Fälle erreichten die Nullage (0°), 49 Fälle konnten 5 bis 10° überstrecken. Ein geringes Streckdefizit bestand nur bei 2 Kniegelenken nach vorausgegangener Unterschenkelamputation (Tab. 72).

Tab. 72: Kniegelenke - Strecken

Streckung	n Fälle	Bewertung
$5 - 10^{\circ}$	49	sehr gut
0°	127	gut
0°	2	mäßig
nicht belastbar	7	schlecht
steif	4	
amputiert	8	-
Gesamt	197	

b) Beugen

137 Fälle konnten sehr gut (120 - 150°), 27 Fälle gut (90 - 110°), 8 Fälle befriedigend (60 - 80°) und 6 Fälle weniger als 60° gebeugt werden (Tab. 73).

Tab. 73: Kniegelenk - Beugen

Beugung	n Fälle	Bewertung
120 - 150°	137	sehr gut
90 - 110°	27	gut
60 - 80°	8	befriedigend
20 - 50°	6	
nicht belastbar	7	schlecht
steif	4	
amputiert	8	-
Gesamt	197	

B) Oberes Sprunggelenk

Es wurden 6 nicht belastbare und 27 versteifte (davon 17 in Spitzfußstellung) obere Sprunggelenke beobachtet.

a) Heben

17 Fälle konnten sehr gut (15 - 20°), 53 Fälle gut (5 - 10°) und 44 Fälle nicht über die Nullage hinaus (0°) heben. 29 Wackelspitzfüße wiesen beim Heben ein Defizit zur Nullage zwischen 5 bis 20° auf (Minuswerte in Tab.74).

Tab. 74: Oberes Sprunggelenk - Heben

Heben	n Fälle	Bewertung
15 bis 20°	17	sehr gut
5 bis 10°	53	gut
0°	44	mäßig
-5 bis -10°	22	Wackel-
-15 bis -20°	7	spitzfuß
nicht belastbar	6	schlecht
steif	27	
amputiert	21	-
Gesamt	197	

b) Senken

Bei 51 Fällen wurde das Senken mit sehr gut (30°), bei 73 Fällen mit gut (20 - 30°), bei 18 Fällen mit befriedigend (10 - 15°) und bei 1 Fall mit mäßig (10°) bewertet (Tab. 75).

Tab. 75: Oberes Sprunggelenk - Senken

Senken	n Fälle	Bewertung
30°	51	sehr gut
20 - 30°	73	gut
10 - 15°	18	befriedigend
10°	1	mäßig
nicht belastbar	6	schlecht
steif	27	
amputiert	21	-
Gesamt	197	

c) Spitzfüße

Es fanden sich 17 versteifte und 29 wackelbewegliche Spitzfüße, insgesamt 46 Fälle.

Bei den Versteifungen betrug die Spitzfußstellung in 10 Fällen 10 - 20° und in 7 Fällen 30° und mehr (Tab. 76).

Von den Wackelspitzfüßen hatten 22 Fälle beim Heben ein Defizit zur Nullage von 5 bis 10° und 7 Fälle von 15 bis 20° (Tab. 76).

12 Wackelspitzfüße konnten 10 - 25° und 17 Fälle 30° und mehr gesenkt werden (Tab. 76).

Tab. 76: Spitzfüße

Versteift		Wackelbeweglich			
Gradstellung	n	Defizit Heben	n	Senken	n
10 - 20°	10	5 - 10°	22	10 - 25°	12
30° und mehr	7	15 - 20°	7	30° und mehr	17
Gesamt	17		29		29

C) Unteres Sprunggelenk und Zehen

Die Funktionen des unteres Sprunggelenkes und der Zehen wurden jeweils als Ganzes gewertet.

Die Bruchteile der Behinderung reichten von 0/0 (voll funktionsfähig) über Zwischenstufen bis 1/1 (völlig versteift).

19,3 % der erhaltenen unteren Sprunggelenke waren voll funktionsfähig, 15,3 % aber steif (Tab. 77).

Tab. 77: Unteres Sprunggelenk und Zehen: Bruchteil der Behinderung

Bruchteil der Behinderung	Unteres Sprunggelenk (n Fälle)	Zehen (n Fälle)	Beurteilung
0/0	34	101	gut
1/4	12	9	
1/3	36	23	befriedigend
1/2	33	20	
2/3	16	8	mäßig
3/4	12	5	
1/1	27	3	schlecht
ohne Angabe	6	7	-
amputiert	21	21	-
Gesamt	197	197	

4.5. Amputation

In 22 Fällen (10,6 %) mußte die Amputation vorgenommen werden.
14 mal erfolgte eine Unterschenkel-, 8 mal eine Oberschenkelamputation (Tab. 78).

Tab. 78: Ort der Amputation

Ort	n Fälle
Unterschenkel	14
Oberschenkel	8
Gesamt	22

1 amputierter Patient konnte nicht nachuntersucht werden (Unterschenkelamputation).
Amputiert wurde durchschnittlich 39 Monate nach dem Unfalltag (6 Monate bis 12,5 Jahre).
Die Unterschenkelstümpfe hatten im Schnitt eine Länge von 14,4 cm (gemessen vom Kniegelenksspalt).

Die Weichteildeckung des Stumpfes war in der Mehrzahl der Fälle (59,1 %) gut (Tab. 79).

Tab. 79: Weichteildeckung des Stumpfes

Weichteildeckung	n Fälle
gut	13
mäßig	5
ohne Angabe	3
nicht untersucht	1
Gesamt	22

Der Gang mit Prothese war durchweg zufriedenstellend.

8 Kniegelenke wurden mitamputiert.

Von den erhaltenen und nachuntersuchten 13 Kniegelenken

- konnten 4 leicht überstreckt werden (5-10°)
- kamen 7 in die Nullage
- erreichten 2 die Nullage nicht
- konnten 5 mehr als 120° gebeugt werden
- erreichten 8 diese Marke nicht (Tab. 80).

Tab. 80: Kniegelenk - Beugen (nach Unterschenkelamputation)

Beugung	n Fälle
120°	5
95°	1
60 - 80°	4
25 - 30°	3
Gesamt	13

4.6. Apparatversorgung

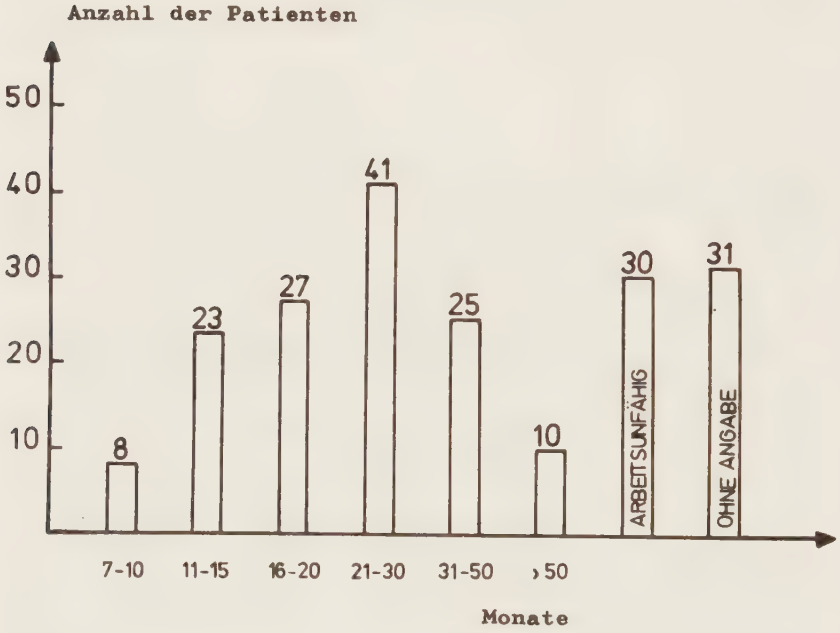
24 Patienten erschienen zur Nachuntersuchung mit einem Schienenapparat.
Bei 7 Patienten herrschte Klarheit darüber, daß der Apparat bald weggelassen werden konnte.
Bei 17 Patienten war es fraglich, ob in absehbarer Zeit die in knöcherner Durchbauung begriffene ehemalige Pseudarthrose ohne Apparat belastbar sei.

4.7. Arbeitsfähigkeit

1 Patient konnte bereits 7 Monate nach dem Unfalltag wieder arbeiten, einer war 8 Jahre ohne Unterbrechung arbeitsunfähig.
Bei 31 Patienten trat die Arbeitsfähigkeit nach dem Unfalltag innerhalb von 15 Monaten, bei 27 Patienten innerhalb von 20 Monaten ein und bei 41 Patienten innerhalb von 30 Monaten.

Weitere 35 Patienten waren darüber hinaus arbeitsunfähig.
Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden 30 Patienten als nicht arbeitsfähig eingestuft (Abb. 21).

Abb. 21: Arbeitsfähigkeit



In den Fällen mit einem Behandlungszeitraum über viele Jahre, wechselten Arbeitsfähigkeit und -unfähigkeit des öfteren.

4.8. Minderung der Erwerbsfähigkeit

Bei 118 von den 195 nachuntersuchten Patienten wurde die Minderung der Erwerbsfähigkeit ausgewertet. Die Minderung reichte von 10 bis 100 %.
37 Patienten waren in ihrer Erwerbsfähigkeit um 30 %, 23 Patienten um 40 %, 18 Patienten um 20 % und 15 Patienten um 50 % gemindert (Tab. 81).

Tab. 81: Minderung der Erwerbsfähigkeit

MdE (%)	n Patienten
10	2
20	18
25	1
30	37
40	23
45	1
50	15
60	9
70	1
75	1
80	5
100	5
ohne Angabe	77
Gesamt	195

Die Minderung der Erwerbsfähigkeit wurde bei 46 Patienten durch Polytraumatisierung erhöht (Tab. 82).

Tab. 82: MdE in Abhängigkeit von der Traumatisierung

MdE (%)	Monotrauma (n Fälle)	Polytrauma (n Fälle)
10	2	0
20	13	5
25	1	0
30	21	16
40	17	6
45	1	0
50	8	7
60	4	5
70	1	0
75	0	1
80	0	5
100	4	1
Gesamt	72	46

	n Fälle
Monotrauma	72
Polytrauma	46
ohne Angabe	77
Gesamt	195

Der Widerspruch, daß zum Beispiel von den 5 Patienten mit einer MdE um 100 % nur einer polytraumatisiert war, ist durch das Anlegen des gleichen Maßstabes wie im Abschnitt 3.4. erklärbar. Dort sind Verletzungen oder Verletzungsfolgen,wie sie hier vorlagen, (Lungenfunktionsstörung, Augenverlust, Herzinfarkt, Nervenparese) nicht enthalten.

4.9. Erfolglose Fälle und ihre Behandlung

Insgesamt verlief in 28 Fällen (13,5 %) die Behandlung erfolglos: 22 Amputationsfälle und 6 Fälle mit dem Röntgenbefund "fortbestehende Pseudarthrose".

A) Primäre Versorgung (Tab. 83)

Tab. 83: Erfolglose Fälle - Primäre Versorgung

Behandlung	n Fälle	Anteil am Mißerfolg
konservativ	5	17,9 %
instabile Osteosynthese	9	32,1 %
stabile Osteosynthese	14	50,0 %
Gesamt	28	100,0 %

Bezogen auf alle Fälle wurde eine konservative Behandlung bei 15,9 %, bei Behandlungsbeginn eine instabile Osteosynthese bei 16,3 % (19,4 % Anteil an den operativen Eingriffen) und eine stabile Osteosynthese bei 67,8 % (80,6 % Anteil an den operativen Eingriffen) durchgeführt.

Die instabilen Osteosynthesen (2 mal Cerclage, 1 mal Cerclage und Schrauben, 1 mal Cerclage und Spananlagerung, 2 mal Markdrahtung, 1 mal Schrauben und 2 mal Sonstige) sind bei einer Anwendung in 16,3 % der Fälle, an den Mißerfolgen mit 32,1 % beteiligt.

B) IP-Behandlung (Tab. 84)

Tab. 84: Erfolglose Fälle - IP-Behandlung

Behandlung	n Fälle	Anteil am Mißerfolg
instabile Osteosynthese	2	7,1 %
keine Stabilisierung	8	28,6 %
stabile Osteosynthese	18	64,3 %
Gesamt	28	100,0 %

In 15,9 % aller Behandlungsgänge erfolgte keinerlei Stabilisierung. Diese Fälle trugen aber mit 28,6 % zu den Mißerfolgen bei.

4.10. Spezielle Untersuchung an einer Klinik: Wundabstriche

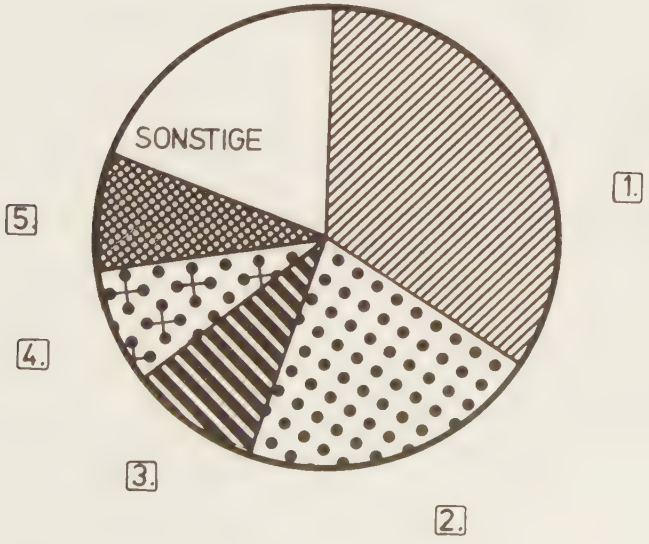
An der Klinik Nr. 6 mit 84 Patienten wurden insgesamt 118 Wundabstriche untersucht (pro Patient zum Teil mehrere Abstriche).

Am häufigsten waren die Patienten mit Staphylokokkus aureus (33,8 %) und Pseudomonas aeruginosa (21,1 %) infiziert. (Tab. 85, Abb.22).

Tab. 85: Wundabstriche

Keimart	bei n Patienten	Anteil(%)
1. Staphylokokkus aureus	45	33,8
2. Pseudomonas aeruginosa	28	21,1
3. Proteus	12	9,0
4. Kolibakterien	11	8,3
5. Streptokokken	11	8,3
6. Klebsiella-Aerobakter-Gruppe	10	7,5
7. Staphylokokkus epidermidis	7	5,3
8. Enterokokken	5	3,7
9. Staphylokokkus albus	2	1,5
10. Sonstige	2	1,5
Gesamt	133	100,0

Abb. 22 : Erregerspektrum



Mischinfektionen traten in 41 Fällen auf.
Besonders oft war die Kombination von Staphylokokkus aureus und Pseudomonas aeruginosa feststellbar(Tab.86).

Tab. 86: Mischinfektionen

Keimarten	n	Fälle
1. Staphylokokkus aureus und Pseudomonas aeruginosa	8	
2. Staphylokokkus aureus und Proteus	3	
3. Staphylokokkus aureus und Streptokokken	3	
4. Staphylokokkus aureus und Pseudomonas aeruginosa u.Klebsiella-Aerobacter-Gruppe	2	
5. Staphylokokkus aureus und Klebsiella-Aerobacter-Gruppe	2	
6. Staphylokokkus aureus und Kolibakterien	2	
7. Staphylokokkus aureus und Enterkokken	2	
8. Proteus und Pseudomonas aeruginosa	2	
9. Proteus und Kolibakterien	2	
10. Proteus und Streptokokken	2	
11.Pseudomonas aeruginosa und Kolibakterien	2	
12. Sonstige jeweils andersartige Kombinationen	11	
Gesamt	41	

Ein Erregerwechsel im Verlauf der Behandlung lag bei 18 Patienten vor.

5. DISKUSSION

Steigende Unfallzahlen und eine erhöhte Frequenz der operativen Versorgung geschlossener Frakturen führten in den letzten Jahren zu einem Anstieg der absoluten Infektrate nach Osteosynthesen. Der relative Prozentsatz aber ist etwa seit Mitte des vorigen Jahrzehntes deutlich im Sinken begriffen, was sich auf verbessertes Instrumentarium, höhere Asepsis im Operationstrakt, geschultere Operateure und allgemein anerkannte Behandlungsgrundsätze zurückführen läßt (BURRI[14], SCHMELZEISEN[92]).

Meist gelingt es, eine verzögerte Knochenbruchheilung zur Konsolidierung zu bringen und den Infekt auszuheilen. Hält die Eiterung länger als 5 Monate an und findet die knöcherne Überbrückung nicht statt, definiert WELLER[109] das Krankheitsbild als Infektpseudarthrose. Sie ist eine relativ seltene, vom Behandler gefürchtete und den Patienten schwer belastende Komplikation.

Die konventionelle Therapie stellte den Infekt in den Mittelpunkt ihrer Bemühungen, die Bekämpfung der Pseudarthrose war zweitrangig.

Die heutige Behandlung kehrt die Verhältnisse um. Zuerst muß sich die Fraktur verfestigen, dann wird der Restinfekt saniert. Diese Ansicht hat sich mehr und mehr durchgesetzt und ist heute als modernes Verfahren zu bezeichnen (WEBER und CECH[108]).

Während der akuten Entzündungsphase sind operative Eingriffe kontraindiziert. Der manifeste Infekt ist möglichst schnell zum Abklingen zu bringen und in ein blandes Stadium überzuführen. Dann hat die Wiederher-

stellung der Knochenkontinuität unbedingten Vorrang. Stabilisierende Osteosynthesen schaffen die nötige Ruhe im Frakturbereich. Spongiosaplastik, Spül-Saug-Drainage, Sequestrotomie und antibiotische Therapie kommen als ergänzende Maßnahmen mit unterstützender Wirkung hinzu (SCHMELZEISEN[92]).

Prophylaktische Antibiotikagaben sind abzulehnen. Antibiotika haben bei der Infektpseudarthrosenbehandlung die Aufgabe einer gezielten Abschirmung vor, während und nach einem Eingriff. Die zum Teil sinnlose Verabreichung dieser Mittel bewirkte eine Resistenzentwicklung der Keime, die ein ernstes Problem für die Bakteriologie bedeutet (BURRI[14]).

In der vorliegenden Arbeit, einer Sammeldokumentation aus 6 Kliniken der Deutschen Sektion der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, wurden 208 Tibiaschaftfrakturen, die zu infizierten Pseudarthrosen geführt hatten, untersucht und ausgewertet. Da bei 2 Patienten beide Tibiae betroffen waren, umfaßte das Krankengut 206 Patienten.

88,8 % der verunglückten Personen waren männlichen und nur 11,2 % weiblichen Geschlechts. Die Erklärung liegt in der Beteiligung von 2 Berufsgenossenschaftlichen Unfallkliniken, die allein mehr als die Hälfte aller Fälle stellten und vorwiegend Männer aus dem Arbeitsleben versorgen.

Das Durchschnittsalter zum Unfallzeitpunkt betrug 35,5 Jahre. Der jüngste Patient war 8, der älteste 74 Jahre alt. Bei der Altersverteilung ragen 2 Häufigkeitsgipfel heraus, die 16 bis 20 und die 31 bis 35-Jährigen. Auf die erste Gruppe entfällt ein hoher Prozentsatz von Moped- und Motorradunfällen. Die zweite Gruppe wird durch Arbeits- und Wegeunfälle bedingt.

Die Patienten verunfallten zwischen 1949 und 1976. Obwohl sich Behandlungsmethoden und -möglichkeiten in diesem

Zeitraum entscheidend gewandelt haben, erschien die geschlossene Auswertung gerechtfertigt, da sich die meisten Unfälle erst seit 1970 ereigneten.

Als Ausgangssituation fand sich die Tibiafraktur als alleinige Verletzung bei 127 Patienten. 79 Patienten erlitten ein Polytrauma. Die häufigste Begleitverletzung stellte das Schädeltrauma dar.

Linke und rechte untere Extremität waren ausgeglichen betroffen.

155 mal handelte es sich um eine offene, 53 mal um eine geschlossene Fraktur.

Etwas mehr als die Hälfte der Patienten wies einen relativ einfachen Bruch auf. In 90 Fällen wurde jedoch ein ausgedehnter Trümmerbruch diagnostiziert.

Die Frakturen waren bevorzugt im mittleren und distalen Schaftdrittel lokalisiert.

Bei der Mehrzahl der Patienten mit nachfolgender schwerer Komplikation des Krankheitsverlaufs lag eine allgemein oder lokal ungünstige Ausgangssituation vor.

33 Schienbeinverletzungen wurden konservativ, 175 dagegen operativ behandelt. Hier spiegelt sich die Abkehr von der klassischen Therapie wider. Die operative Versorgung erfolgte in 75 Fällen als Sofort-OP, das heißt innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfallzeitpunkt. 34 Fälle erforderten eine zweite und 3 Fälle eine dritte Osteosynthese. Während des gesamten primären Versorgungszeitraums standen 96 Plattenfixationen und 66 Marknagelungen gegenüber anderen Stabilisierungen klar im Vordergrund. Bei einer Markraumnagelung wurde auf Grund einer via falsa das Metall noch intra operationem wieder herausgenommen.

Die dritte Osteosynthese fand in allen 3 Fällen unter septischen Bedingungen statt. Man entschloß sich zu "septischen Nagelungen", obwohl viele Autoren (BURRI[14], MEINHARDT und PFISTER[66]) vor der Gefahr einer Exazerbation der Keime, und damit vor einer Markraumphlegmone, warnen. Ein Patient, bei dem alle 3 Osteosynthesen aus einer Markraumnagelung bestanden, wurde mit 2 septischen Nagelungen versorgt.

In einigen Fällen entfernte man die Metallimplantate bei noch bestehendem Stabilisierungsvermögen. Dieses Vorgehen widerspricht der Meinung von BURRI[14], SCHMELZEISEN[94] u.a., die eine Entfernung der Stabilisierungen nur nach Lockerung befürworten. Kanpp die Hälfte der Implantate der Klinik Nr. 6 waren zu Beginn der Infektpseudarthrosenbehandlung bereits herausgenommen.

Als unterstützende Maßnahmen wurden 23 Spül-Saug-Drainagen, 13 autologe Spongiosaplastiken und 12 Sequestrotomien durchgeführt.

In 7 Fällen mußte exzidiert oder ein Abszeß gespalten werden. Vor Beginn einer gezielten Behandlung der chronisch posttraumatischen Osteitis waren bereits 41 hautplastische Maßnahmen erfolgt.

Bei den meisten Patienten, die zur speziellen Infektpseudarthrosentherapie in eine der 6 Kliniken überwiesen wurden, handelte es sich um zum Teil schon jahrelang in einem Krankenhaus der Umgebung vergeblich vorbehandelte Frakturen (bis 16,8 Jahre).

Die Therapie gestaltete sich in jedem der Fälle chirurgisch. Die 206 Patienten mußten sich 500 Operationen unterziehen, die insgesamt 732 Einzelmaßnahmen umfaßten (ohne Weichteileingriffe). Auf einen operativen Eingriff entfielen bis zu 3 verschiedene Maßnahmen wie Stabilisierung,

Spongiosaplastik, Sequestrotomie u.ä.. 169 Fälle bedurften 3 oder weniger Operationen (davon 5 Fälle nur Weichteileingriffe), 39 Fälle jedoch 4 und mehr. Bei 58 Tibiae reichte 1 Eingriff am Knochen aus, bei einem Schienbein waren 8 notwendig. 3 Tibiae benötigten 10 Behandlungsmaßnahmen (verteilt auf mehrere Operationen).

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß auch heute einige hartnäckige chronische Osteitisfälle einen umfangreichen operativen Aufwand, verbunden mit längerem Klinikaufenthalt, verlangen.

33 Tibiae (15,9 %) wurden während der Infektpseudarthrosenbehandlung überhaupt nicht stabilisiert. Man beschränkte sich auf Maßnahmen, die in einer zeitgemäßen Therapie eigentlich als Osteosynthesenunterstützungen ihre Berechtigung haben.

An 175 Tibiae war eine, an 43 zwei, an 7 drei und an einer 4 Stabilisierungen vorgenommen worden. Bei der Durchführung der zweiten Stabilisierung konnte man 23 mal Verfahrenswechsel und 20 mal Methodenbeibehaltung beobachten. In 2 Fällen wurde eine ausreichend stabilisierende Osteosynthese nicht nur entfernt, sondern auch noch durch eine instabile ersetzt: Fixateur externe - Schrauben, Platte - Knochenspan.

Bei der dritten Stabilisierung kamen ausschließlich stabile Osteosynthesen zur Anwendung.

Die vierte Stabilisierung erfolgte, um einen Fixateur externe gegen einen anderen auszutauschen, nachdem sich die Einführungskanäle der STEINMANN-Nägel entzündet hatten.

156 (!) Äußere Spanner, 40 Platten, 12 Marknägel, 10 Fibula pro Tibia-Verfahren und 12 instabile Osteosynthesen ergaben insgesamt 230 stabilisierende Maßnahmen. Das zeigt die Verdrängung von Cerclage, Markraumdrahtung, Schrauben u.a.

durch stabile Osteosynthesen.

Von diesen wurde der Fixateur externe klar bevorzugt und als das Mittel der Wahl im Falle einer Infektpseudarthrose angesehen. Er steht in verschiedenen Modifizierungen zur Verfügung (CHARNLEY[19], ILIZAROV[38], WAGNER[106], Äußerer Festhalter u.a.). Je nach Gegebenheit des Falles, ist das eine oder andere Gerät zwar besser geeignet, grundsätzlich wird es aber fern des Fokus verankert und gestattet somit problemlose Zusatzeingriffe und frühe funktionelle Nachbehandlung.

3 WAGNER-Apparate fixierten eindimensional, 13 Äußere Festhalter in allen 3 Dimensionen. Daneben überwogen 125 zweidimensionale Stabilisierungen im klassischen Sinne (Verwendung von STEINMANN-Nägeln und Spannschrauben). Der Grund besteht darin, daß sich die dreidimensionale Fixierung erst in den letzten Jahren durchsetzen konnte. Sie zeichnet sich durch erhöhte Rigidität aus und wird heute überwiegend verwendet.

Das Einsetzen des Äußeren Spanners war häufig mit einer Spongiosaplastik und / oder Sequestrotomie, aber nur in 5 Fällen mit dem Einlegen einer Spül-Saug-Drainage kombiniert.

40 mal entschied man sich für eine septische Plattenfixation. 16 Platten lagen an der lateralen, 15 an der dorsalen (!) und 6 an der medialen Schienbeinfläche, mehr als die Hälfte aller Platten somit an einem für die Tibia ungewöhnlichen Ort.

Neben der Gefahr des Plattenbruchs nahmen die Operateure in Kauf, daß entgegen dem Fixateur externe das Metall direkt in den Fokus eingelegt wird und der interfragmentäre Druck kontinuierlich über 3 bis 4 Monate nachläßt.

Eine Plattenosteosynthese und mehr noch die Markraumnagelung stellten eine Ausnahmeindikation dar. Die Bevorzugung dünner

Nägel fiel auf. Keiner der 12 Marknägel hatte einen Querschnitt von mehr als 12 mm.

Die Fibula pro Tibia-Stabilisierung wurde seit 1884 ständig modifiziert und verbessert. Trotz Einführung neuer, moderner Osteosynthesen konnte sich das Verfahren für spezielle Fälle behaupten. Daß diese Methode nicht nur historisch interessant ist, beweisen die vorliegenden 10 Fälle.

An der Klinik Nr. 6 lagen die Osteosyntheseimplantate der ersten Stabilisierung durchschnittlich 5,3 Monate, die der zweiten 4,4, die der dritten 4,0 und die der vierten 5,0 Monate.

Die Liegezeit belief sich bei den Äußeren Spannern im Durchschnitt auf 3,7 Monate (Maximum 10 Monate), bei den Marknägeln auf 8,4 (18) und den Platten auf 8,6 (27) Monate - erste bis vierte Stabilisierung zusammen betrachtet.

Die Stabilisierungen erfuhren durch 498 operative Maßnahmen Ergänzung und Unterstützung: 216 autologe Spongiosaplastiken, 187 Sequestrotomien und 95 Spül-Saug-Drainagen. 2 homologe Spongiosaplastiken und 2 Knochenbohrungen nach BECK erhöhten die Anzahl der "sonstigen" Maßnahmen auf 502.

Avitaler Knochen und Sequester müssen ausgeräumt, entstehende Knochenhöhlen wieder aufgefüllt werden. Autologe Spongiosa, die die anderen Knochentransplantate an osteogenetischer Potenz und biologischer Verträglichkeit weit übertrifft, eignet sich dazu am besten (MATTI[64]). Deshalb ist die Verpflanzung von homologer Spongiosa in 2 Fällen unverständlich. Ebenfalls auffällig ist, daß in 2 Fällen nach Transplantation autologer Spongiosa eine Spül-Saug-Drainage eingelegt wurde, obwohl diese den Anschluß des Materials an die Blutzirkulation gefährdet (SCHMELZEISEN und (WELLER[95]). 4 Tibiae bedurften 4 autologer Spongiosaplastiken.

1 Tibia zwang zu 5 Sequestrotomien. Bei 2 Tibiae waren 5 Spül-Saug-Drainagen notwendig.

52 Spül-Saug-Drainagen erfolgten nach der geschlossenen, 37 nach der offenen Methode. Damit wurde der Keimüberwucherung und Unappetitlichkeit beim offenen System Rechnung getragen. Nur einem Teil der Spülungen waren Antibiotika beigemischt. Seit der Entdeckung des Penicillins kamen bis heute wesentlich wirksamere Präparate auf den Markt. Daß sie dennoch bei der Spül-Saug-Drainage nicht von ausschlaggebender Bedeutung sind, sieht man in dem häufigen Verzicht auf sie. Die Ansicht WILLENEGGERs u. Mitarb.[115], die dem mechanischen Spülmoment die Priorität einräumen, gilt weiterhin.

Außer stabilisierenden und unterstützenden Maßnahmen kamen an 80 unteren Extremitäten 100 Weichteileingriffe hinzu: 64 freie Hautplastiken, 10 gestielte Hautlappen und 26 Abszeßspaltungen oder Fistelrevisionen.

Als hautplastische Maßnahme fand vor allem Spalthaut Verwendung, die Heilungsprozesse beschleunigt (BURRI[14]).

Im Durchschnitt befanden sich die Patienten 9,0 Monate in stationärer Behandlung. Der Forderung der modernen Therapie, die einen Klinikaufenthalt bis zu 12 Monate für vertretbar hält, entsprachen 45 Fälle nicht. 1 Patient konnte die Klinik erst nach 53 Monaten verlassen.

Von den ursprünglich erfaßten 206 Patienten (208 Fälle) kamen 195 (197) der Aufforderung zur Kontrolluntersuchung nach. Das entspricht 94,7 %, eine bemerkenswert hohe Zahl. Man muß berücksichtigen, daß durchschnittlich 4,2 Jahre seit dem Unfalltag verstrichen waren, was einen Zeitraum von 2 bis 2,5 Jahre seit der stationären Entlassung bedeutet.

In 11 Fällen (davon 1 Amputierter) verhinderten Termin-

schwierigkeiten,, Todesfall, Wohnungswechsel u.a. die Nachuntersuchung.

111 Patienten (56,9 %) zeigten ein gutes, nur 28 Patienten (14,4 %) ein schlechtes Gangbild. 35 Patienten erschienen mit Stock, 21 amputierte Patienten trugen eine Unterschenkelprothese.

In 64 Fällen war der Unterschenkel in einer meist geringfügigen Fehlstellung konsolidiert.

Abzüglich der 21 nachuntersuchten amputierten Patienten konnten von den restlichen 176 Fällen 153 voll und 17 teilweise belastet werden, lediglich 6 nicht.

Die Weichteile erwiesen sich an 97 unteren Extremitäten als absolut reizlos, an 46 gelegentlich und an 33 (noch) andauernd entzündet.

Im Röntgenbild erkannte man 153 knöchern durchbaute und 17 in Konsolidierung begriffene Tibiae, in 6 Fällen verblieb die Pseudarthrose.

Die Therapie war bezüglich des Röntgen- und Weichteilbefundes in 140 Fällen (67,3 %) erfolgreich. 30 ossär überbrückte Tibiae (14,4 %) zeigten einen Weichteilschaden. 6 Fälle (2,9 %) konnten nicht zur Konsolidierung gebracht werden. Die Amputationen bzw. nicht durchgeführten Nachuntersuchungen beliefen sich auf 32 Fälle (15,4 %).

Funktionelle Nachuntersuchungen ergaben, daß 4 Kniegelenke versteift und 7 nicht belastbar waren.

6 nicht belastbare und 27 versteifte obere Sprunggelenke sowie 29 wackelbewegliche Spitzfüße wurden vorgefunden.

27 untere Sprunggelenke und 3 Vorderfüße zeigten sich als völlig funktionsfähig.

Die Zahlen machen die stärkere Beeinflussung und Beeinträchtigung des oberen und unteren Sprunggelenkes im Vergleich zum Kniegelenk durch die therapeutischen Maßnahmen deutlich.

22 Fälle (10,6 %) mußten amputiert werden (14 Unterschenkel- und 8 Oberschenkelamputationen).

WEBER und CECH[108] gaben nach ihrer Auswertung die Zahl der Amputationen mit 3 von 122 Fällen an (2,5 %). Dagegen erscheint der Prozentsatz dieser Untersuchung sehr hoch. Es darf aber nicht vergessen werden, daß die 6 Kliniken meist keinen Einfluß auf die Primärversorgung hatten und bei der Einlieferung einiger Patienten kaum noch Aussicht auf eine erfolgreiche Behandlung bestand.

Zur Abnahme der Gliedmaßen als "ultima ratio" entschied man sich durchschnittlich 39 Monate nach dem Unfalltag, wenn vom ärztlichen Standpunkt aus eine Weiterbehandlung nicht mehr sinnvoll oder dem Patienten zumutbar war.

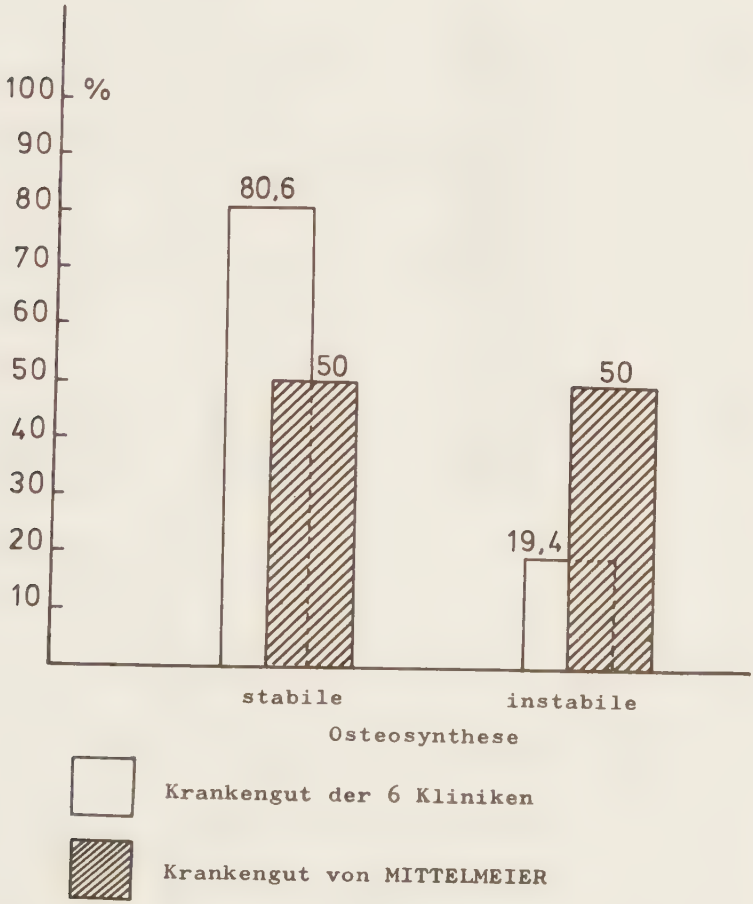
Aus der Analyse der 28 erfolglosen Fälle (22 Amputationen und 6 fortbestehende Pseudarthrosen) geht hervor:

1. Instabile Osteosynthesen kamen als Primärversorgungen in 16,3 % der Fälle zur Anwendung. Sie waren jedoch mit 32,1 % an den Mißerfolgen beteiligt.

2. In 15,9 % aller Infektpseudarthrosenbehandlungen wurde keinerlei Stabilisierung unternommen. Fälle ohne Stabilisierung machten aber 28,6 % der Mißerfolge aus.

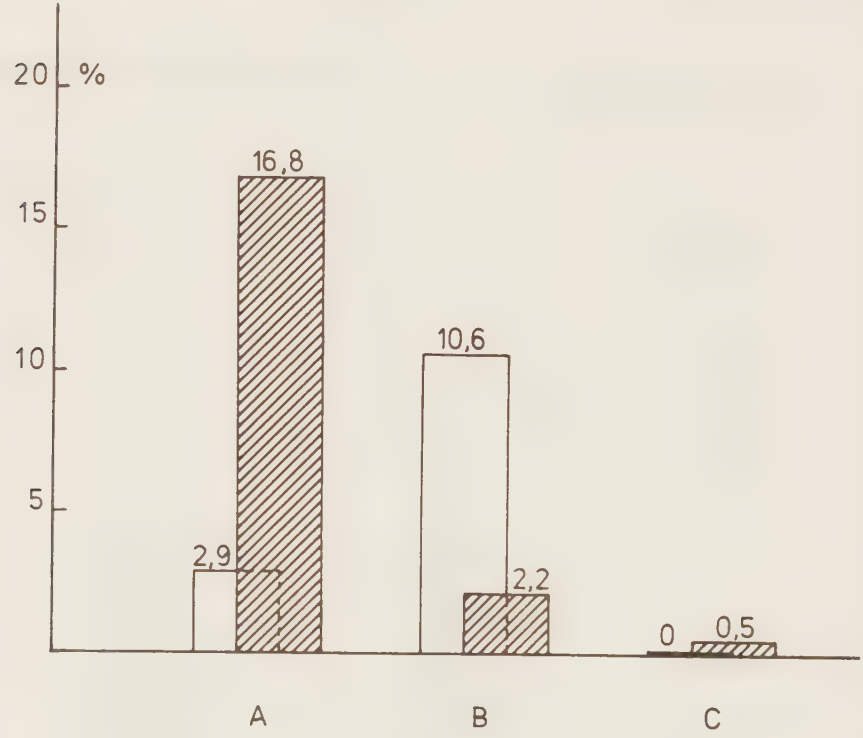
Zu Beginn der Primärversorgung wurde bei 80,6 % der operativen Fälle eine stabile, bei 19,4 % eine instabile Osteosynthese durchgeführt. MITTELMEIER[67] gab die entsprechenden Vergleichszahlen seines Krankengutes mit jeweils 50 % für geschlossene Frakturen an. (Abb. 23).

Abb. 23: Stabile und instabile Osteosynthesen der Primärversorgung



Der Anteil der fortbestehenden Pseudarthrosen betrug 2,9 %, der der Amputationen 10,6 %. MITTELMEIER[67] verzeichnete 16,8 % bzw. 2,2 % und außerdem einen Exitus letalis (0,5 %) (Abb. 24).

Abb. 24: Erfolglose Fälle



erfolglose Fälle der 6 Kliniken

erfolglose Fälle von MITTELMEIER

A fortbestehende Pseudarthrose

B Amputation

C Exitus letalis

Diese Ergebnisse sind ein deutlicher Hinweis darauf, daß bei der operativen Frakturbehandlung primär eine stabile Osteosynthese angestrebt werden muß (BURRI[14], WEBER und CECH[108]). Stabilität stellt die beste "Infektionsprophylaxe" dar. Die instabile Osteosynthese ist es, die vermehrt von einer Infektion betroffen wird, wobei sich nicht selten eine Infektpseudarthrose ausbildet.

BURRI[14] gab als Reihenfolge der an der Osteitis beteiligten Keime an (A):

FENGLER[28] fand an der Klinik Nr. 6 im Zeitraum von 1969 bis 1973 das Resultat (B):

In dieser Arbeit wurden Wundabstrichsergebnisse der Klinik Nr. 6 von 1969 bis 1976 erfaßt (C):

A:	B:	(%)	C:	(%)
1.Staph.aureus	1.Staph.aureus	38	1.Staph.aureus	33,8
2.Proteus	2.Pseudomonas	26	2.Pseudomonas	21,1
3.Koli	3.Proteus	15	3.Proteus	9,0
4.Pseudomonas	4.Koli	6	4.Koli	8,3
5.Streptokokken	5.Staph.epid.	4	5.Streptokokken	8,3
6.Sonstige	6.Sonstige	11	6.Sonstige	19,5

Der Staphylokokkus aureus ist in allen 3 Serien der häufigste Erreger. Sein Anteil beträgt an der Klinik Nr. 6 beidesmal weniger als 40 %. In diesem Krankenhaus tritt Pseudomonas aeruginosa als "Hauskeim" auf, dessen Prozentsatz wie der von Staphylokokkus aureus und Proteus seit 1974 um 5 bis 6 % gesunken ist. Im gleichen Zeitraum stieg die Rate der Kolibakterien um 2,3 % an. Während in der Untersuchung von FENGLER[28] Streptokokken noch unter "Sonstige" fielen, mußte in den folgenden Jahren eine deutlich erhöhte Infektionszahl, bedingt durch diesen Erreger, verzeichnet werden. Dadurch erscheint Staphylokokkus epidermidis bei C unter "Sonstige", obwohl auch dieser Keim zu-

nahm (1,3 %). Das Ergebnis zeigt, daß an der Klinik Nr. 6 seit 1969 die Reihenfolge der 4 häufigsten Keimarten gleich geblieben ist, aber eine deutliche Verschiebung der Prozentzahlen zu beobachten war. Vor allem die Problemkeime aus dem gramnegativen Spektrum sind während der beiden Untersuchungszeiträume stark in den Vordergrund getreten. Daraus erhebt sich die Forderung, daß man mit der "Antibiotikaprophylaxe" sehr zurückhaltend sein sollte. Zumindest die generelle Anwendung antibiotisch wirksamer Substanzen führt zur Selektion resistenter Stämme und zu einer Zunahme der Problemkeime. Wenn Antibiotika verabreicht werden, muß dies gezielt, hochdosiert und kurzfristig erfolgen.

Die aufgeführten Zahlen belegen, daß die infizierte Pseudarthrose des Tibiaschaftes einen schwerwiegenden Folgezustand mit relativ hoher Amputations- und Rezidivrate darstellt. In den meisten Fällen, die früher ausweglos schienen, konnten jedoch bei konsequenter Durchführung der modernen, operativen Therapie gute Ergebnisse erzielt werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

In einer Sammeldokumentation aus 6 Kliniken der Deutschen Sektion der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen wurden bei 206 Patienten 208 Tibiaschaftfrakturen mit nachfolgender infizierter Pseudarthrose untersucht und ausgewertet.

Bei der Mehrzahl der Patienten lag eine allgemeine oder lokale ungünstige Ausgangssituation vor.

Die Primärversorgung erfolgte in 33 Fällen konservativ und in 175 Fällen operativ, wobei 96 Plattenfixationen und 66 Marknagelungen am häufigsten zur Anwendung kamen.

Nach oft langwährender Vorbehandlung (bis 16,8 Jahre) wurde die Infektpseudarthrosentherapie nach einheitlichen Richtlinien vorgenommen, die trotz eines überblickten Zeitraumes von 1950 bis 1976 eine geschlossene Auswertung rechtfertigen. Die Stabilisierung der Fraktur stand im Zentrum des Behandlungsplanes und als sekundäre Maßnahmen erfolgten Eingriffe zur Beschleunigung der knöchernen Durchbauung und der Weichteilsanierung, was die Abkehr von der klassischen Therapie widerspiegelt.

Pro Patient waren bis zu 8 operative Eingriffe und bis zu 4 Stabilisierungen erforderlich, insgesamt 500 Operationen mit 732 Einzelmaßnahmen (ohne Weichteileingriffe), darunter 216 autologe Spongiosaplastiken, 187 Sequestrotomien und 95 Spül-Saug-Drainagen. Bei 64 % der Weichteileingriffe entschied man sich für das freie Transplantat.

Als das Osteosynthesemittel der Wahl wurde 156 mal (!) eine äußere Fixierung vorgenommen.

In der Mehrzahl der Fälle konnten günstige Ergebnisse bei nur geringer Funktionsbehinderung erzielt werden. So zeigten lediglich von 195 nachuntersuchten Patienten 28 (14,4 %) ein schlechtes Gangbild.

In 6 Fällen (2,9 %) bestand die Pseudarthrose fort.

22 Fälle mußten amputiert werden. Die Amputationsrate lag mit 10,6 % relativ hoch, wobei jedoch die häufig außerordentlich ungünstige Ausgangssituation berücksichtigt werden muß.

Analysiert man die erfolglosen Fälle (6 fortbestehende Pseudarthrosen und 22 Amputationen), ergibt sich erstens, daß instabile Osteosynthesen als Primärversorgung nur in 16,3 % der Fälle zur Anwendung kamen, jedoch mit 32,1 % an den Mißerfolgen beteiligt waren, und zweitens, daß in 15,9 % der Fälle während der Infektpseudarthrosenbehandlung keinerlei Stabilisierung unternommen wurde, Fälle ohne Stabilisierung aber 28,6 % der Mißerfolge ausmachten.

Besondere Schwierigkeiten ergeben sich aus der Beobachtung zahlreicher Infekte mit Problemkeimen und dem nicht seltenen Auftreten von Mischinfektionen.

Die Studie zeigt, daß bei konsequenter, gezielter und vor allem frühzeitiger Therapie in der Mehrzahl der Fälle gute Ergebnisse erzielt werden können.

7. LITERATUR

1. ADREY, J.: Hoffmann's external anchorage coupled in frame arrangement
Editions Gead, Paris 1971

2. ALLGÖWER, M.: Weichteilprobleme und Infektionsrisiko der Osteosynthese
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 329, 1127 (1971)

3. ANSORG, P., GRANER, G., VOIGTSBERGER, P.: Behandlung und Ergebnisse nach innerer Stabilisierung infizierter Tibiapseudarthrosen
Beitr.Orthop.u.Traumatol. 24, 168 (1977)

4. AXHAUSEN, W.: Die Bedeutung der Individual- und Artspezifität der Gewebe für die freie Knochenüberpflanzung
Hefte z. Unfallhk. 72, 1 (1962)

5. BAGBY, G.W., JANES, J.M.: The Effect of Compression on the Rate of Fracture Healing using a Special Plate
Amer. J. Surg. 95, 761 (1958)

6. BARTH, J.A., PAUL, D., BEYER, D.U.: Häufigkeit und Folge von Infektionen bei operativer Frakturenbehandlung
Zbl. Chir. 96,1305(1971)

7. BAUERMEISTER, A.: Die Behandlung von Zysten, Tumoren und entzündlichen Prozessen des Knochens mit dem "Kieler Knochenspan"
Bruns' Beitr.klin.Chir. 203, 287 (1961)

8. BECK, A.: Die Behandlung der Pseudarthrosen
mit der Knochenbohrung
Zbl. Chir. 58, 2802 (1931)

9. BEDACHT, R.: Kollagenanwendung bei posttraumatischer,
chronisch rezidivierender Osteomyelitis
Die posttraumatische Osteomyelitis
Int. Sympos. Bochum 1969
Schattauer-Verlag, Stuttgart-New York 1970

10. BEDACHT, R.: Klinik und Therapie der Osteomyelitis
Chir. praxis 16, 7 (1972)

11. BEZOUGLIS, C., ELIOPOULOS, C.: Die Behandlung von
septischen Tibiapseudarthrosen durch
Anlegung von Knochenspänen durch
einen hinteren äußeren Zugang
Ztschr. Orthop. 112, 1005 (1974)

12. BINDER, L.: Behandlung von Defekten an Röhren-
knochen mit Hilfe von Druckplatten-
osteosynthese und Spongiosaplastik
Inaug.Diss., Tübingen 1976

13. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung
Maudrich-Verlag, Wien 1953

14. BURRI, C.: Posttraumatische Osteitis
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Wien 1974

15. BURWELL, R.G.: Osteogenesis in cancellous bone grafts:
Considered in terms of cellular changes,
basic-Mechanism and perspective of growth-
control and its possible abberations
Clin. Orthop. 40, 35 (1965)

16. CAMPANACCI, M., ZANOLI, S.: Double Tibiofibular Synostosis (Fibula pro Tibia) for Non-Union and Delayed Union of the Tibia
J. Bone Joint Surg. 48A, 44 (1966)

17. CHALMERS, J.: Transplantation immunity in bone homografting
J. Bone Joint Surg. 41, 160 (1959)

18. CHARNLEY, J.: Compression Arthrodesis of the Ankle and Shoulder
J. Bone Joint Surg. 33B, 180 (1951)

19. CHARNLEY, J.: Die konservative Therapie der Extremitätenfrakturen
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1968

20. CODIVILLA, A.: Means of Lengthening in Lower Limbs the Muscles and Tissues which are Shortened through Deformity
A.J.Orth.Surg. 3, 353 (1904)

21. CONTZEN, H.: Abakterielle Osteitis durch Metallose
35 ..... siehe 9

22. DANIS, R.: Technique de l'ostéosynthèse
Masson, Paris 1932

23. DANIS, R.: Théorie et pratique de l'ostéosynthèse
Desoer, Liège, Masson, Paris 1949

24. DROST, E.: Über die Behandlung großer Defektpseudarthrosen des Schienbeines mit der Hahn-Brandesschen Operation
Zbl.Chir. 49, 2406 (1952)

25. ECKE, H.: Behandlungsverfahren bei der chronischen posttraumatischen Osteomyelitis
111 ..... siehe 9

26. ECKE, H., KYAMBI, J.: Eine Möglichkeit der Behandlung von Defekten an langen Röhrenknochen
Unfallchir. 1, 23 (1975)

27. FASOL, P., SCHMID, L.: Komplikationen der modernen Osteomyelitis therapie
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 341, 187 (1976)

28. FENGLER, A.: Infektpseudarthrosen des Tibiaschaftes
Inaug.Diss., Tübingen 1976

29. FLACH, K.: Erscheinungsformen der posttraumatischen Osteomyelitis im Röntgenbild
21 ..... siehe 9

30. FLEMING, A.: Penicillin
Butterworth & Co. Ltd., London 1950

31. GÖPFERT, H.: Die infizierte Schaftpseudarthrose
Hefte z. Unfallhk. 94, 31 (1967)

32. GREIFENSTEINER, H.: Die operative Behandlung der Unterschenkelpseudarthrose
Bruns' Beitr.klin.Chir. 187, 219 (1953)

33. GÜNTZ, E.: Über eine einfache Methode zur Knochenkonservierung
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 279, 56 (1954)

34. HAHN, E.: Eine Methode, Pseudarthrosen der Tibia mit großem Knochendefekt zur Heilung zu bringen
Zbl. Chir. 21, 337 (1884)

35. HIERHOLZER, G.: Dreidimensionale Äußere Fixierung
Mitteilung AO, Frühjahrstagung Duisburg 1975

36. HILDEBRANDT, G., ARNHOLD, G.: Osteosynthesen bei Pseudarthrosen
Beitr.Orthop.u.Traumatol. 23, 157 (1976)

37. HOFFMANN, R.: Percutane Frakturbehandlung
Der Chirurg 14, 101 (1942)

38. ILIZAROV, G.A.: Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis (Russ.)
Kurgan Fak. Inst.
Traumatol.Orthop.: Leningrad (1971)

39. IMMENKAMP, M., SCHRAMM, W.: Knöcherne Brückenbildung mit einem speziellen Verfahren nach abgeklungener Knochenentzündung
171 ..... siehe 9

40. IMMENKAMP, M., HIERHOLZER, G.:
Die infizierte Pseudarthrose
Ber.Unfallmed.Tagung, Murnau 1970

41. JÄGER, M., KÜSSWETTER, W., WIRTH, C.J., WITT, A.N.: Nachuntersuchungsergebnisse bei Plattenverschraubung mit und ohne autologem Span
Arch.orthop.-u.Unfall-Chir.77, 203 (1973)

42. JUDET, J., JUDET,R.: L'ostéogenèse et les retards de consolidation et les pseudarthroses des os longs
Imprimeries des Sciences, Brüssel 1961

43. KALLENBERGER, A., ROTH, W., LEDERMANN, M.: Experimentelle und bakteriologische Untersuchungen zur Wahl des Spülmittels für die antibakterielle Spüldrainage
265 ..... siehe 9

44. KLEINING, R., HIERHOLZER, G.: Biomechanische Untersuchungen zur Osteosynthese mit dem Fixateur externe
act. traumatol. 6, 71 (1976)

45. KLEMM, K.: Erfahrungen mit der geschlossenen und offenen Spüldrainage bei der Behandlung der chronischen Osteomyelitis
137 ..... siehe 9

46. KLEMM, K.: Infizierte Defektpseudarthrosen
Ther.Woche 23, 21, 1861 (1973)

47. KLEMM, K.: Die Stabilisierung infizierter Pseudarthrosen mit dem Verriegelungsnagel
Langenbeck's Arch.klin.Chir. 334, 559 (1973)

48. KLEMM, K.: Anwendung von Gentamycin-PMMA-Kugeln in der Behandlung infizierter Pseudarthrosen
Vortragstext: 53. Tagung der Vereinigung der Bayerischen Chirurgen, Erlangen 1976

49. KLEMS, H., WEIGERT, M.: Plattenosteosynthese bei Unterarmschaftfrakturen und -pseudarthrosen
Mschr.f.Unfallhk. 78, 178 (1975)

50. KNAPP, U., WELLER, S.: Bakterielle Kontamination von Operationswunden im konventionellen Operationsraum und in der Reinraumkabine act.Traumatol. 7, 149 (1977)

51. KÖNIG, F.: Der Vorgang der rarefizierenden Osteitis unter der Einwirkung von Riesenzellen Dtsch.Ztschr.f.Chir., II S (1873)

52. KÖNN, G., POSTBERG, B.: Zur Abgrenzung der post-traumatischen Osteomyelitis gegenüber anderen Knocheninfektionen vom Standpunkt des Pathologen
3 ..... siehe 9

53. KROMPECHER, S.: Die Knochenbildung Fischer-Verlag, Jena 1937

54. KÜNTSCHER, G.: Die Marknagelung von Knochenbrüchen Klinischer Teil
Klin.Wschr. 3, 883 (1940)

55. KÜNTSCHER, G.: Die Marknagelung Saeger-Verlag, Berlin 1950

56. KÜNTSCHER, G.: Praxis der Marknagelung Schattauer-Verlag, Stuttgart 1962

57. LAMBOTTE, A.: Sur l'Ostéosynthèse Belgique Méd., 231 (1908)

58. LEXER, E.: Knochenbildung im Bindegewebe osteoplastischer Herkunft Dtsch.Z.Chir. 217, 2 (1929)

59. MAATZ, R.: Der Tierspan in der Knochenbank
Dtsch.med.J. 8, 190 (1957)

60. MAATZ, R.: Klinische Erfahrungen mit
dem eiweißarmen Tierspan
Langenbeck's Arch.klin.Chir.292, 831 (1959)

61. MALGAIGNE, J.: Considérations cliniques sur les
fractures de la rotule et leur
traitement pas les griffes
J. des connaissance Méd.Pratiques 16,
9 (1853)
Zit. nach Nr.44

62. MARKOE, T.M.: Thorough drainage in the
treatment of wounds
Am.J.Med. Sc. 79, 305 (1880)

63. MARTINEK, H., SCHMID, L.: Zur Leistungsfähigkeit
der autologen Spongiosaplastik in
der Unfallchirurgie
Wiener Klin.Wschr., 88, 131 (1976)

64. MATTI, H.: Über freie Transplantation
von Knochenspongiosa
Arch.klin.Chir. 168, 236 (1932)

65. MAYER, G.: Ergebnisse der operativen Behandlung
von posttraumatischen Pseudarthrosen
der langen Röhrenknochen
Beitr.Orthop.u.Traumatol. 24, 165 (1977)

66. MEINHARDT, U., PFISTER, U.: Behandlung von Infekt-
pseudarthrosen des Unterschenkelschaftes
Zbl.Chir. 100, 689 (1975)

67. MITTELMEIER, H.: Zur Entstehung und Bedeutung der exogenen Osteomyelitis
11 ..... siehe 9

68. MÖSSNER, G.: Grundzüge der rationellen Antibiotikatherapie
Med.Klin. 45, 1507 (1971)

69. MÜLLER, M.E., ALLGÖWER, M., WILLENEGGER, H.: Manual der Osteosynthese. AO-Technik
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1969

70. OLDENBURG, D.: Spätergebnis einer osteomyelitischen Tibiapseudarthrose, operiert nach Hahn-Brandes
Ztschr.Orthop. 96, 286 (1962)

71. OLERUD, S., KARLSTRÖM, G.: Tibial fractures treated by AO compression osteosynthesis
Acta orthop.Scand., Supp. 140 (1972)

72. Ostéotaxis: Editions Gead, Paris 1977

73. PAUWELS, F.: Grundriß einer Biomechanik der Frakturheilung
Verh.Dtsch.Orthop.Ges. (34.Kongreß 1940)

74. PLAUE, R.: Über die Beziehung zwischen Ursachen und Morphologie der exogenen Osteomyelitis
25 ..... siehe 9

75. PLAUE, R.: Die Behandlung der sekundär-chronischen Osteomyelitis
Bücherei Orthop. 13, 154 (1974)

76. PLAUE, R., HINZ, P.: Infektionen nach orthopädischen Operationen
Arch.orthop.u.Unfall-Chir. 70, 298 (1971)

77. POPKIROV, S.: Die Behandlung der hämatogenen und der traumatischen Osteomyelitis
VEB-Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1971

78. PROBST, J.: Reosteosynthese langer Röhrenknochen
Hefte z.Unfallchir. 112, 14 (1973)

79. PUBLIC HEALTH LABORATORY SERVICE: Incidence of surgical wound infection in England and Wales
Lancet II, 663 (1960)

80. PSCHYREMBEL, W.: Klinisches Wörterbuch
251. Auflage
De Gruyter-Verlag, Berlin-New York 1972

81. REIFFERSCHEID, M.: Chirurgie
3.Aufl., Thieme-Verlag, Stuttgart 1974

82. RITTMANN, W.W., MATTER, P.: Die offene Fraktur
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Wien 1977

83. ROSSAK, K.: Zur Behandlung infizierter Unterschenkelfrakturen und Pseudarthrosen mittels gestielter Hautlappen
Beitr.Orthop.Traumat. 13, 337 (1966)

84. RÜHL, R.: Anwendung und Technik plastischer Maßnahmen bei osteomyelitischen Knochenhöhlen
Chirurg 25, 273 (1954)

85. SARTORY, A.:Le traitement des Plaies de Guerre
Librairie Militaire Berger-Levrault,
Paris 1917
Zit. nach Nr.14

86. SCHAUWECKER, F.: Ursachen der Knochen-
infektionen nach Osteosynthesen
Schriftenreihe Unfallmed.Tagung d.
Landesverb.d.gewerbl. Berufsgenossen-
schaften 10, 59 (1970)

87. SCHAUWECKER, F.: Osteosynthese - Praxis
Ein Atlas zur Unfallchirurgie
Thieme-Verlag, Stuttgart 1972

88. SCHAUWECKER, F., WELLER, S.: Ursachen der
knöchernen Infektion nach Osteosynthesen
31 ..... siehe 9

89. SCHELLNACK, K., KNOPF, W.: Gesichtspunkte der
modernen Osteomyelitisbehandlung
Beitr.Orthop.u.Traumatol.23, 451 (1976)

90. SCHENK, R., WILLENEGGER, H.: Zum histologischen Bild
der sogenannten Primärheilung der Knochen-
kompakta nach experimentellen Osteotomien
am Hund
Experentia (Basel) 20, 593 (1963)

91. SCHENK, R., WILLENEGGER, H.: Zur Histologie
der primären Knochenheilung
Langenbeck's Arch.klin.Chir.308, 440 (1964)

92. SCHMELZEISEN, H.: Behandlung und Ergebnisse bei
infizierten Pseudarthrosen
Mschr.Unfallhk. 76, 437 (1973)

93. SCHMELZEISEN, H., BILOW, H.: Zur Behandlung der Tibiapseudarthrosen
Fortschr.Med. 89, 705 (1971)

94. SCHMELZEISEN, H., WELLER, S.: Indikation und Behandlungsmaßnahmen bei der posttraumatischen Osteomyelitis
act.traumatol. 1, 87 (1971)

95. SCHMELZEISEN, H., WELLER, S.: Biomechanische Probleme bei der Therapie infizierter Frakturen
act.traumatol. 7, 2 (1977)

96. SCHMELZEISEN, H., RENGLER, A., MEINHARDT, U., RENÉ, J., SCHAUWECKER, F.: Infizierte Tibiaschaftpseudarthrosen, Behandlung und Ergebnisse
Arch.orthop.u.Unfall-Chir.82, 337 (1975)

97. SCHWEIBERER, L.: Experimentelle Untersuchung von Knochentransplantaten mit unveränderter und mit denaturierter Knochengrundsubstanz
Hefte z. Unfallhk. 103, 51 (1970)

98. SCHWEIBERER, L.: Der heutige Stand der Knochentransplantation
Der Chirurg 42, 252 (1971)

99. SKIBBE, G.; ECKE, H.: Behandlung infizierter Tibiapseudarthrosen durch äußere Druckosteosynthese
Ther.Woche 21, 14, 1108 (1971)

100. STADER, O.: Treating Fractures of Long Bones with the Reduction Splint
North.Amer.Vet. 20, 1, 55 (1939)

101. STÄHLI, W.: Zur Behandlung der Defektpseudarthrose
Praxis: Schweiz. Rundschau f.Med. 56, 11, 366 (1967)

102. TACHDJIAN, M.O., COMPERE, E.L.: Postoperative wound infections in orthopaedic surgery. Evaluation of prophylactic antibiotics
J.int.Coll.Surg. 28, 797 (1957)

103. ÜBELHÖR, A.: Behandlung infizierter Knochen mit Sand
Med.Welt 22, 457 (1971)

104. VADASZ, K.: Operative Heilung einer Pseudarthrose des osteomyelitischen Schienbeins
Def.Zentr.Org.ges.Chir. 181, 202 (1964)

105. VSEY, H.M.: L'infection postoperatoire dans un service d'orthopédie et de chirurgie de l'appareil moteur
Habil.schrift, Genf 1971

106. WAGNER, H.: Technik und Indikation der operativen Verkürzung und Verlängerung von Ober- und Unterschenkel
Orthopädie 1, 59 (1972)

107. WALCHER, K.: Zur Defektüberbrückung bei der posttraumatischen und postosteomyelitischen Pseudarthrose
act.traumatol. 2, 169 (1972)

108. WEBER, B.G., CECH, O.: Pseudarthrosen
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart-Wien 1973

109. WELLER, S.: Behandlungsprinzipien von Pseudarthrosen
Der Chirurg 10, 445 (1967)

110. WESTHUES, H.: Fortschrittliche Lagerung und Behandlung Schwerverwundeter
Springer-Verlag, Berlin 1944

111. WILLENEGGER, H.: Prevention and Management of Infection in Osteosynthesis
Proc.Amer.Coll.Surg.Meeting, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York 1968

112. WILLENEGGER, H.: Klinik und Therapie der pyogenen Knocheninfektion
Der Chirurg 41, 215 (1970)

113. WILLENEGGER, H.; ROTH, W.: Die antibakterielle Spüldrainage als Behandlungsprinzip bei chirurgischen Infektionen
Dtsch.med.Wschr. 87, 1485 (1962)

114. WILLENEGGER, H.; LEDERMANN, M.: Die operative Therapie der Infektion nach Osteosynthese
Hefte z.Unfallhk. 102, 41 (1970)

115. WILLENEGGER, H., LEDERMANN, M., WAHL, H.G., PLAASS, U.: Über das Wesen der Spüldrainage
79 ..... siehe 9

116. WITT, A.N.: Die Defektpseudarthrose
Hefte z.Unfallhk. 94, 24 (1968)

A N H A N G

I. Teil: FRAGEBOGEN

AO-Dokumentation:
Erhebungsbogen für Infektpseudarthrosen des Tibiaschaftes

I. Identifikation

geb.: .....
Name .....
Vorname .....
Adresse .....
Beruf (Tätigkeit).....
Unfalldatum .....

II. Vorschaden der verletzten Tibia

alte Fraktur offen 0
alte Fraktur geschlossen 0
Skeletveränderungen 0
Sonstiges 0

III. Verletzungsart und Lokalisation

Monotrauma: ja 0 / nein 0

Seite: rechts 0 / links 0

offen 1. Grades 0
2. Grades 0
3. Grades 0
ohne Angabe 0

geschlossen 0

Bruchform	quer	0	Lokalisation
	gedreht	0	
	Biegungskeil	0	
	zwei Etagen	0	
	Trümmer	0	
	schräg	0	
	ohne Angabe	0	

IV. Begleitverletzungen

Fraktur obere Extremität	0	Bauchtrauma	0
Fraktur untere Extremität gegenseitig	0	Schädeltrauma	0
Thoraxtrauma	0	Sonstige Fraktur	0

V. Vorbehandlung

Extension	0	(Datum .....)
Gips	0	(Datum .....)
keine	0	
Wundversorgung	0	

VI. Versorgung

selbst	0	außerhalb	0
operativ (Datum.....)		konservativ	0
offen	0		
Marknagelung geschlossen	0		
Markdrahtung	0		
Platte	0	mit Zugschrauben	0
Schrauben	0		
Cerclage	0		
Fixateur externe	0		
Sonstige	0		

Weichteilversorgung O Bezeichnung .....

Reosteosynthese (Datum .....) Bezeichnung .....

aseptisch O

septisch O

Infektion

primär O

sekundär O

Zeitdauer bis Übernahme ..... Tage

VII. Infektpseudarthrosenbehandlung

Stabilisierung ja O Datum ..... Klinik .....
nein O

Fixateur externe O Anzahl Steinmannnägel .....
eine Ebene O
sphärisch O

Platte medial O
lateral O Größe .....
dorsal O

Nagel O Größe .....

Fibula pro Tibia O

Sonstige O Bezeichnung .....

Sequestrotomie O Daten ....., ..., ...,

offen O Daten ....., ..., ..., ...,

Spülsaugdrainage

geschlossen O Gesamtdauer Tage ...., ..., ...,

ja O Bezeichnung .....

Antibiotischer Zusatz

nein O

autolog 0 Daten ....., ..., ...,

Spongiosaplastik

homolog 0

Kortikospongiöser Span 0

Weichteileingriffe

freies Transplantat 0 Bezeichnung u.Daten .....

gestieltes Transplantat 0 Bezeichnung u.Daten .....

Sonstige 0 Bezeichnung u.Daten .....

Für jede weitere Stabilisierung neuen Bogen anlegen und I. Identifikation und VII. Stabilisierung ausfüllen, dabei jeweils 2., 3. usw. Stabilisierung angeben.

VIII. Nachuntersuchung Datum ....., Jahre/Monate nach Unfall....

Funktion (Neutral-O-Methode)

Kniegelenk

Oberes Sprunggelenk

Bruchteile der Behinderung,z.B. 0/0 = voll beweglich
1/1 = steif

Unteres Sprunggelenk

Zehen

Besonderheiten .....

Gangbild gut 0 schlecht 0 mit Stock 0

Weichteilbefund

ohne Fistel, reizlose Narben	0
gelegentl.kleine Fistel, reizlos	0
permanente Fistel	0
permanente, stärkere Fistel	0
gelegentl. Rötung u.Überwärmung	0
rezidivierender akuter Infekt	0

Röntgenbefund

Knöchern durchbaut, belastungsstabil O
Knöchern durchbaut mit Defekt oder Mulde, belastungsstabil O
In knöcherner Durchbauung begriffen O
Fortbestehende Pseudarthrose O

Apparatversorgung

ja O dauernd O
nein O vorübergehend O

Amputation

ja O Stumpflänge (Kniegelenkspalt) ... cm
nein O

Weichteildeckung gut O
mäßig O
schlecht O

Gangbild gut O schlecht O

Soziales

ja O ab (Datum) .....
arbeitsfähig
nein O

MdE in % .....

Fehlstellung ja O nein O

Valgus ....°
Varus ....°
I-Rot. ....°
A-Rot. ....°

II. Teil: ABKÜRZUNGEN

Abb.	= Abbildung
AO	= Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese
A-Rot.	= Außenrotation
autol.	= autolog
bzw.	= beziehungsweise
dist.	= distal
Fix.ext.	= Fixateur externe
IP	= Infektpseudarthrose
I-Rot.	= Innenrotation
MdE	= Minderung der Erwerbsfähigkeit
mittl.	= mittlere(r,s)
o.A.	= ohne Angabe
OP	= Operation
op.	= operativ
P.H.L.S.	= Public Health Laboratory Service
prox.	= proximal
Spongiosapl.	= Spongiosaplastik
Spül-Saug-Dr.	= Spül-Saug-Drainage
SR	= Senkungsreaktion
Stabil.	= Stabilisierung
Staph.aureus	= Staphylokokkus aureus
Staph.epid.	= Staphylokokkus epidermidis
Tab.	= Tabelle
u.	= und
u.a.	= und andere
u.ä.	= und ähnliche
u.Mitarb.	= und Mitarbeiter
UT	= Unfalltag
v.	= von

L E B E N S L A U F

Am 16. April 1951 wurde ich, Wolfgang Dieter Hieber, als Sohn des Lehrers Manfred Hieber und der Orlanda Hieber, geborene Risel, in Wäschenbeuren geboren.

Von 1958 bis 1962 besuchte ich die Volksschulenin Heubach, Kreis Schwäbisch Gmünd, und Wäschenbeuren, Kreis Göppingen. 1962 wechselte ich an das Parler-Gymnasium in Schwäbisch Gmünd über und bestand am 12.6.1970 das Abitur mit dem Großen Latinum.

Von 1970 bis 1972 war ich bei der Bundeswehr.

Im Wintersemester 1972 begann ich an der Universität Tübingen mit dem Studium der Zahnheilkunde, legte im September 1973 das Vorphysikum, im Oktober 1975 das Physikum und am 12. Juni 1978 das Staatsexamen ab.